



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

MISIARA SILVESTRE COSTA

**PROPOSIÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS ENTRE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO ATRAVÉS TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

Prof. Dr. Bruno Araújo Furtado de Mendonça
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
Novembro – 2019



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

MISIARA SILVESTRE COSTA

**PROPOSIÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS ENTRE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO ATRAVÉS TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

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 Araújo Furtado de Mendonça
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
Novembro – 2019

**PROPOSIÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS ENTRE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO ATRAVÉS TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

MISIARA SILVESTRE COSTA

APROVADA EM: 25/11/2019

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Bruno Araújo Furtado de Mendonça – DS / IF / UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero – DCA / IF / UFRRJ
Membro

Eng. Florestal Danilo Henrique dos Santos Ataíde
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, minha família, meus amigos e aos profissionais desta instituição que contribuíram de forma imensurável para minha formação acadêmica e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me proporcionado a oportunidade de alcançar essa posição e de chegar onde estou, sem Ele nada disso seria possível.

Gostaria de agradecer também a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me oferecer um curso de graduação em Engenharia Florestal com tamanha qualidade, mas acima de tudo, por contribuir com minha formação ética, pessoal e profissional. No ambiente universitário convivemos com pessoas diferentes, enfrentamos problemas, sofremos, sorrimos, e assim construímos uma família, que ficará eternizada em cada lembrança dos últimos anos.

Minha família teve um papel fundamental na minha formação, meus pais Cláudia e Ivan, que sempre me incentivaram a dar o meu melhor, que me ensinaram a nunca desistir e que sempre investiram na minha educação e na dos meus irmãos, a eles meu eterno agradecimento, pois a educação e o conhecimento são bens que ninguém pode tirar de nós. Me ensinaram também que mais importante que qualquer bem material é o nosso caráter, é saber quem somos e de onde viemos, é ser grato pelo que temos, mas sempre buscar algo melhor. Obrigada pai e mãe, sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Meus irmãos Haysla, Haysian e Pedro Paulo, que sempre estiveram presentes, me confortando, apoiando e dando todo apoio emocional para que ficar longe de casa e da família se tornasse algo menos doloroso. Obrigada por todo carinho, amor e dedicação ao longo desses anos.

Aos meus amigos, ou melhor, minha família, uma família que construí aqui, pessoas que passaram pelos piores e melhores momentos comigo, que contribuíram com um sorriso, um abraço ou uma palavra de conforto. A eles toda gratidão por toda paciência, e por todos os momentos que vivemos juntos. Sem dúvidas os anos que passei na Rural são os melhores anos da minha vida, e muito se deve aos meus amigos, que nunca mediram esforços para me fazer sentir em casa, mesmo estando a km de distância da minha cidade natal. A vocês o meu muito obrigada, e que nossa amizade dure por muitos anos.

Agradeço também o meu orientador Prof. Dr. Bruno Araújo Furtado de Mendonça, pela paciência e disponibilidade em ajudar a qualquer horário, por se prontificar a muitas vezes ser o amigo que escuta e incentiva. Obrigada por não me deixar desistir e por me lembrar que eu sou capaz de encarar os obstáculos que aparecerem, sem a ajuda do senhor esse trabalho jamais seria finalizado. Que mais professores sigam seu exemplo, e entendam que para ensinar é preciso estar aberto a aprender.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo propor a conexão de Unidades de Conservação no sudoeste do Espírito Santo por meio de corredores ecológicos por meio de técnicas de geoprocessamento, utilizando como fonte de dados um mapa de uso e ocupação do solo e dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Os dados foram processados no *software* ArcGis Desktop V.10.2, e a linha de onde deveriam passar os corredores foram propostas por meio da ferramenta *Linkage Mapper*, do *software* ArcGis. A partir desta linha foi realizado um Buffer de 200 m para os corredores, 100 m para cada lado, e um Clip da área obtida no Buffer no mapa de uso e cobertura e no mapa do CAR. A partir do Clip foi possível calcular a área de cada classe de uso e cobertura dentro da área do corredor, o mesmo para as áreas de APP e RL. Para avaliar o efeito do uso e cobertura do solo foram atribuídos às classes de uso e cobertura valores de resistência à formação desses corredores, de acordo com a dificuldade que cada uso teria à formação de uma floresta, seja por regeneração natural ou por plantio. O valor de resistência do CAR foi um valor único, nas áreas sobrepostas por APP ou RL o valor da resistência da classe de uso e cobertura seria substituída pela resistência do CAR, para os locais onde não houvesse sobreposição a resistência de uso e cobertura é mantida. Os resultados mostram que parte da área do corredor, de acordo com o Clip de uso e cobertura, já está reflorestada, porém a maior parte ainda necessita ser recuperada, verificou-se também que desse percentual a ser recuperado mais da metade estava dentro da classe de uso de pastagem, que possui um alto valor de resistência à implantação de floresta. Avaliando os valores de área do Clip do CAR verifica-se que a maior parte das áreas de APP já encontram-se florestadas, e uma pequena parcela ainda necessita ser recuperada, enquanto para RL não se pode afirmar com exatidão quanto da área necessita ser reflorestada, já que um percentual considerável está em área de RL proposta, que pode ou não apresentar cobertura florestal.

Palavras-chave: *Linkage Mapper*, Mata Atlântica, Áreas Protegidas, Cadastro Ambiental Rural.

ABSTRACT

The present study aimed to propose the connection of Conservation Units in the southwest of Espírito Santo through ecological corridors through geoprocessing techniques, using as data source a map of land use and occupation and data from the Rural Environmental Registry (CAR). The data were processed in ArcGis Desktop V.10.2 software, and the line of corridors should be proposed using the Linkage Mapper tool from ArcGis software. From this line a 200 m Buffer for the corridors, 100 m for each side, and a Clip of the area obtained in the Buffer in the use and coverage map and in the CAR map were made. From the Clip it was possible to calculate the area of each class of use and coverage within the corridor area, the same for the APP and RL areas. To evaluate the effect of land use and cover, the use and cover classes were assigned resistance values to the formation of these corridors, according to the difficulty that each use would have to the formation of a forest, either by natural regeneration or by planting. The resistance value of the CAR was a unique value, in the areas overlapped by APP or RL the resistance value of the use and cover class would be replaced by the CAR resistance, for places where there was no overlap the use and cover resistance is maintained. . The results show that part of the corridor area, according to the Use and Cover Clip, is already reforested, but most of it still needs to be recovered, it was also verified that of this percentage to be recovered more than half was within the class. pasture use, which has a high resistance value to forest implantation. Evaluating the CAR Clip area values shows that most APP areas are already forested, and a small portion still needs to be recovered, while for RL it cannot be stated exactly how much of the area needs to be reforested. , since a considerable percentage is in the proposed LR area, which may or may not have forest cover

Keywords: Linkage Mapper, Atlantic Forest, Protected Areas, Rural Environmental Registry.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Mata Atlântica.....	2
2.2 Áreas Protegidas.....	3
2.3 Unidades de Conservação	4
2.4 Geoprocessamento na Engenharia Florestal.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Área de estudo e base de dados	5
3.2 Processamento de Dados.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
5. CONCLUSÕES.....	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: UC's a serem discutidas e suas respectivas localização e área.....7

Tabela 2: Classes de uso e cobertura do solo seus valores de resistência à formação dos corredores ecológicos e a resistência quando a classe se encontra nos limites de APP e RL definidos pelo CAR.....8

Tabela 3: Área obtida para cada classe de uso e cobertura do solo para a área proposta de corredor ecológico.....10

Tabela 4: Área obtida para cada classe obtida do CAR para a área proposta de corredor ecológico.11

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Limites do bioma Mata Atlântica e sua distribuição no território brasileiro.....3
- Figura 2:** Mapa identificando as catorze UC`s analisadas no presente trabalho e sua localização.....5
- Figura 3:** Mapa com os limites das UC`s analisadas e as classes de uso e cobertura do solo..6
- Figura 4:** Mapa dos dados das áreas protegidas segundo o CAR e os limites das UC`s analisadas.....9
- Figura 5:** Mapa com o buffer dos corredores propostos pelo *Linkage Mapper* e os valores finais de resistência.....10

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é uma das florestas mais ricas em diversidade de espécies e ameaçada do planeta. O bioma abrange cerca de 15% do território brasileiro, porém, a pressão do crescimento da população humana tem levado a uma degradação do habitat, levando muitas espécies de plantas e animais, conhecidos ou não, à extinção e colocando várias outras em risco (Wilson & Peter, 1988). Fonseca (1985) afirma ainda que, esta área do planeta é a mais ameaçada pela perda da biodiversidade, principalmente pelo desmatamento em larga escala para culturas agrícolas, pasto para agropecuária ou assentamentos humanos. De acordo com a fundação SOS Mata Atlântica, hoje restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente, e desses remanescentes, 80% estão em áreas privadas. Esse processo levou ao aparecimento do que chamamos de fragmentação florestal.

A fragmentação consiste na separação de porções da floresta distantes entre si, e sem quaisquer comunicação. Este fenômeno altera a dinâmica das espécies pois reduz a interação entre elas, a diversidade e a variabilidade genética. Essas consequências podem ser mais imediatas para espécies que demandam maiores áreas para completar seu ciclo de vida, como por exemplo o pau brasil (*Paubrasilia echinata*), com a fragmentação o espaço torna-se limitante para que essas espécies sobrevivam.

Como solução para esse 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. Porém no Brasil seria impraticável adotar uma solução onde fosse necessário aumentar o tamanho das áreas de conservação ambiental, tendo em vista que é muito difícil manter essas áreas protegidas com seu tamanho atual, pois a legislação e fiscalização são insuficientes e a demanda de terras para a agricultura e pecuária aumentam a cada ano. Portanto a melhor saída seria a conexão destes fragmentos por meio de corredores de vegetação, ou corredores ecológicos.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), os corredores ecológicos visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas, promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento da cobertura vegetal. A restauração da vegetação é muito importante para a manutenção da biodiversidade, porém, de acordo com LATAWIEC (2015) projetos de restauração ecológica em larga escala, mal planejados, podem deslocar as atividades agrícolas e potencialmente levar à remoção de vegetação nativa em outros lugares, com impactos associados à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos.

Segundo Louzada et al. (2009), as análises feitas utilizando ferramentas de Geoprocessamento possibilitam maior facilidade de acesso a informações provenientes do Sensoriamento Remoto, além da utilização de novos sensores com melhores resoluções espacial, temporal, radiométrica e espectral, os quais têm se mostrado extremamente importantes para um melhor entendimento dos processos ecológicos e antrópicos que agem nos sistemas terrestres. No caso do uso da terra e da cobertura vegetal, estas técnicas contribuem de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, fiscalização dos recursos florestais, desenvolvimento de políticas conservacionistas, bem como vários outros fatores que podem ocasionar modificações na vegetação.

O presente estudo teve como objetivo propor a conexão de Unidades de Conservação no sudoeste do Espírito Santo por meio de corredores ecológicos por meio de técnicas de geoprocessamento, utilizando como fonte de dados um mapa de uso e ocupação do solo e dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mata Atlântica

O MMA exprime que a Mata Atlântica é composta por formações florestais nativas: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual, e ecossistemas associados: manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. Segundo dados da fundação SOS Mata Atlântica divulgados em 2017, o bioma representa 0,8% da superfície do planeta, na época do descobrimento do Brasil abrangia uma área de aproximadamente 1.315.460 km², hoje, restam apenas 8,5% de remanescentes florestais com área superior a 100ha, em comparação com a cobertura original.

Ainda de acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (2017), vivem na Mata Atlântica mais de 20 mil espécies de plantas (representando 35% das espécies existentes no Brasil), sendo 8 mil endêmicas, e mais de 2.000 espécies de animais vertebrados. Além da importância ambiental a Mata Atlântica também é de vital importância para os mais de 120 milhões de brasileiros que residem em seu domínio. As florestas e demais ecossistemas que compõem a Mata Atlântica são responsáveis pela produção, regulação e abastecimento de água; regulação e equilíbrio climáticos; proteção de encostas e atenuação de desastres; fertilidade e proteção do solo; produção de alimentos, madeira, fibras, óleos e remédios; além de proporcionar paisagens cênicas e preservar um patrimônio histórico e cultural imenso (MMA, 2019).

A industrialização, expansão urbana desordenada, o aumento do consumo, da produção de lixo, da poluição, do desmatamento e da exploração de madeira e espécies vegetais, tem ameaçado a integridade da floresta a cada ano.

Diante da constatação da importância do bioma e frente aos riscos eminentes que o mesmo corre, ficou evidente a necessidade da criação de mecanismos que tivessem por objetivo conservar os remanescentes florestais que ainda existem. A Mata Atlântica foi o primeiro bioma brasileiro a ser assegurado por lei (Lei da Mata Atlântica 11.428/2006), que se constitui o principal instrumento de proteção atualmente. A figura a seguir apresenta um mapa com os limites da Mata Atlântica e sua distribuição ao longo do território nacional, expõe também quais são as feições de vegetação que o mesmo apresenta.

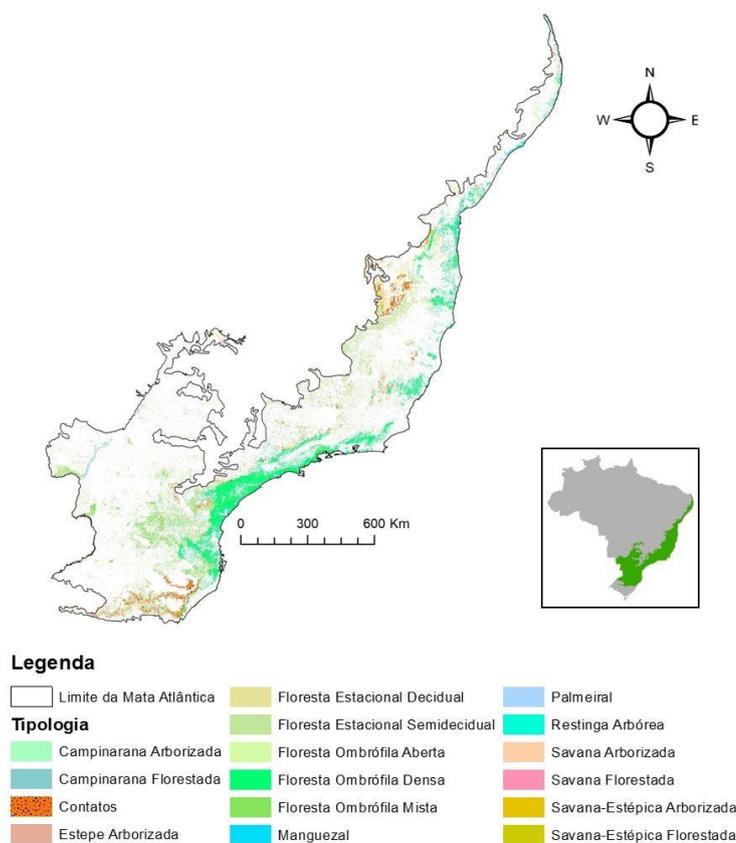


Figura 1: Limites do bioma Mata Atlântica e sua distribuição no território brasileiro. Fonte: Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF), 2009.

2.2 Áreas Protegidas

O MMA define como áreas protegidas todos os espaços considerados essenciais, do ponto de vista econômico, por conservarem a sociobiodiversidade, prover serviços ambientais oportunidades de negócios. Englobam as Unidades de Conservação (UC's), mosaicos e corredores ecológicos.

Existem também as Áreas de Preservação Permanente (APP) e área de Reserva Legal, essas áreas são asseguradas como protegidas pela Lei de Proteção de Mata Nativa (Lei 12.651/2012), ela define APP como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012). A Lei 12.651 ainda prevê que áreas de Reserva Legal são aquelas que estão localizadas no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

Corredor Ecológico é o nome dado à faixa de vegetação que, de acordo com o MMA, visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas promovendo a ligação entre diferentes áreas. O SNUC ainda determina que os corredores possibilitam 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 UC's (BRASIL, 2000).

Existem diversas definições a respeito de Corredores Ecológicos, de acordo com a resolução nº 09/96 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o corredor ecológico e/ou corredor de remanescentes, é 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 (CONAMA, 1996).

Segundo o MMA, para viabilizar a manutenção e conservação de todas as áreas protegidas, o governo lança mão de várias estratégias políticas, contidas em diferentes instrumentos, como o Cadastro Nacional de UC's, o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) e programas e projetos de alcance nacional.

2.3 Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - LEI 9.985/2000) tem por objetivo estabelecer os critérios e normas necessários para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação.

Unidades de Conservação (UC's), de acordo com o SNUC, constituem um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). As UC's podem ser divididas em duas categorias, as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável.

As Unidades de Proteção Integral são aquelas onde não podem haver moradores e apenas recursos indiretos da unidade podem ser utilizados, ou seja, aqueles que não envolvam consumo, coleta ou danos aos recursos naturais, como por exemplo para fins de pesquisa científica ou turismo ecológico. Esse tipo de UC são subdivididas em cinco categorias, são elas: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre.

Nas Unidades de Uso Sustentável é permitido a presença de moradores e o objetivo é conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. São subdivididas em sete categorias, são elas: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

O Brasil possui hoje um sistema de unidades de conservação relativamente extenso, se comparado à outros países, são mais de seiscentos e setenta unidades de conservação em todas as categorias de manejo, totalizando cerca de sessenta milhões de hectares (FONSECA et al. 1997). Porém ao verificar a distribuição espacial dessas UC's verifica-se que não estão alocadas de forma representativa da diversidade ecológica do país, essa situação é agravada devido à elevada biodiversidade que o Brasil possui. Dessa forma torna-se ainda mais difícil a preservação da fauna e flora tanto das espécies ameaçadas de extinção, quanto daquelas que ainda não estão na lista, mas sofrem com as pressões antrópicas.

2.4 Geoprocessamento na Engenharia Florestal

A utilização de técnicas de Geoprocessamento em diversas áreas da Engenharia Floresta tem sido altamente benéfica, pois permite que os resultados gerados nas pesquisas e estudos sejam muito próximos da realidade.

Isso se deve ao elevado grau de detalhamento das bases de dados disponíveis, imagens de satélites, fotografias tiradas por aparelhos cuja precisão é quase perfeita, além de softwares capazes de estimar diversos modelos que vão desde a mensuração de áreas, até a identificação de focos de incêndios ou determinar o melhor local para implantar um corredor ecológico, por exemplo.

A ferramenta *Linkage Mapper* é uma das ferramentas disponíveis atualmente, capaz de gerar resultados que fazem toda a diferença para a manutenção da biodiversidade, está disponível para o software *ArcGis*. O *Linkage Mapper* usa mapas GIS das áreas e resistências do habitat central para identificar e mapear as ligações entre as áreas centrais. Ele identifica áreas centrais adjacentes (vizinhas) e cria mapas de corredores de menor custo entre elas. Em seguida, faz mosaicos nos corredores individuais para criar um único mapa composto de corredor. Ele inclui um conjunto de ferramentas que podem ser usadas para tarefas específicas, como ajustar o clima ou identificar pontos de pressão (CONSERVATION CORRIDOR, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo e base de dados

O estudo foi realizado em catorze UC's distribuídas ao longo da região sudoeste do Espírito Santo, o bioma em que as unidades estão inseridas é a Mata Atlântica e a região foi bastante devastada devido à urbanização, ao cultivo agrícola e à pecuária (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2019). A figura 2 apresenta o mapa com a localização e a identificação dessas UC's.

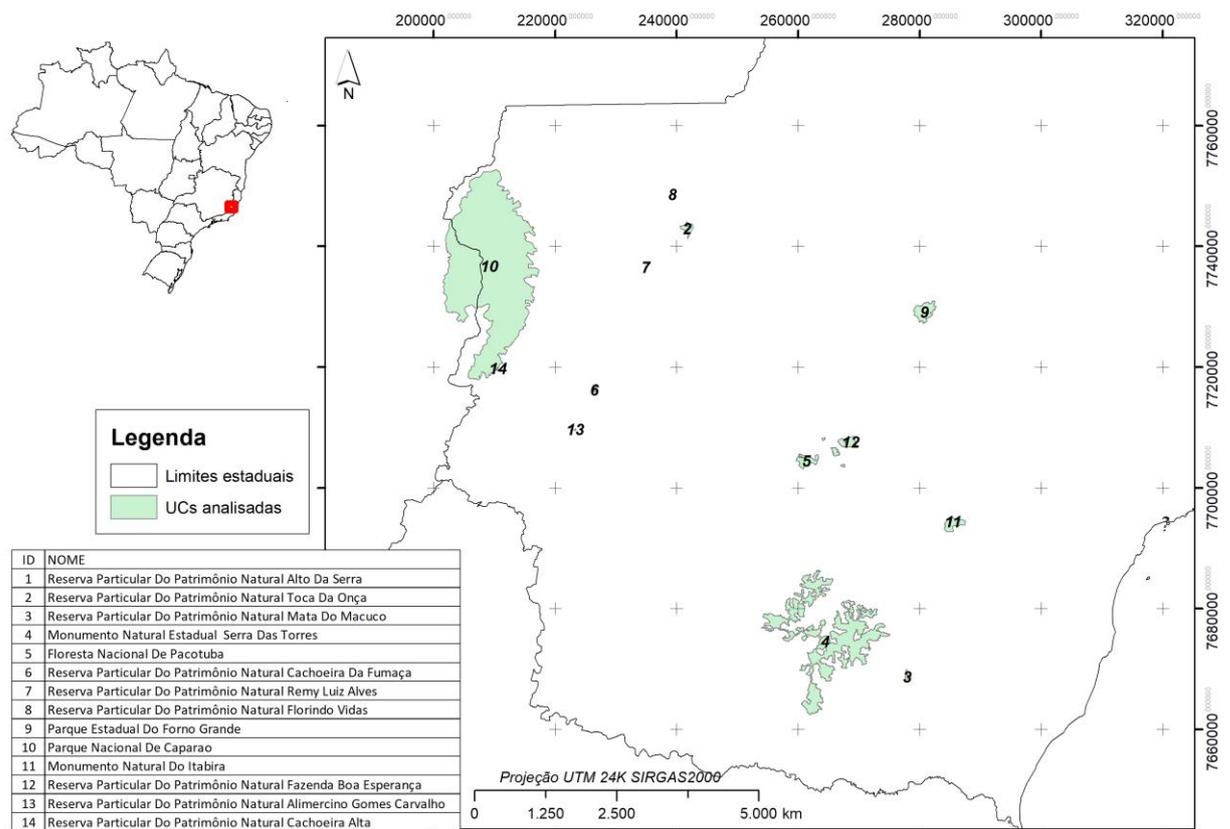


Figura 2: Localização geográfica das catorze UC`s analisadas no presente trabalho.

O estado do Espírito Santo apresenta no relevo de seu território duas regiões naturais distintas: o litoral - que se estende por 400 km - e o planalto. Ao longo da costa Atlântica encontra-se uma faixa de planície que representa 40% da área total do Estado, e à medida que se penetra em direção ao interior, o planalto dá origem a uma região serrana, com altitudes superiores a 1.000 metros, onde se eleva a Serra do Caparaó ou da Chibata. O clima é tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 23°C e volume de precipitação superior a 1.400 mm por ano, especialmente concentrada no verão e a vegetação é floresta tropical e vegetação litorânea, restinga e mangue (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2019).

A base de dados de uso e cobertura do Estado do Espírito Santo foi obtida no site do Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) (Geobases, mapeamento 2012 a 2015), com uma escala de 1:50000, as bases de dados do CAR foram baixadas do site do www.car.gov.br com escala de 1:50000 e apresentavam os locais, que por lei, deveriam apresentar mata, são as áreas de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente (APP), as UC`s foram obtidas no site www.protectedplanet.net. Todas as bases de dados tiveram suas resoluções espaciais pioradas, porque o processamento a partir das bases de dados originais demandariam muito tempo devido à alta precisão dos dados, então tomou-se a decisão de processar os dados com *pixels* de 30 metros, para que a máquina conseguisse rodar os dados sem maiores problemas, as bases, que antes eram shapes, foram convertidas para o formato de *raster*. As figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, os mapas gerados a partir dos dados de Uso e Cobertura do solo e as UC`s e, os dados do CAR e das UC`s.

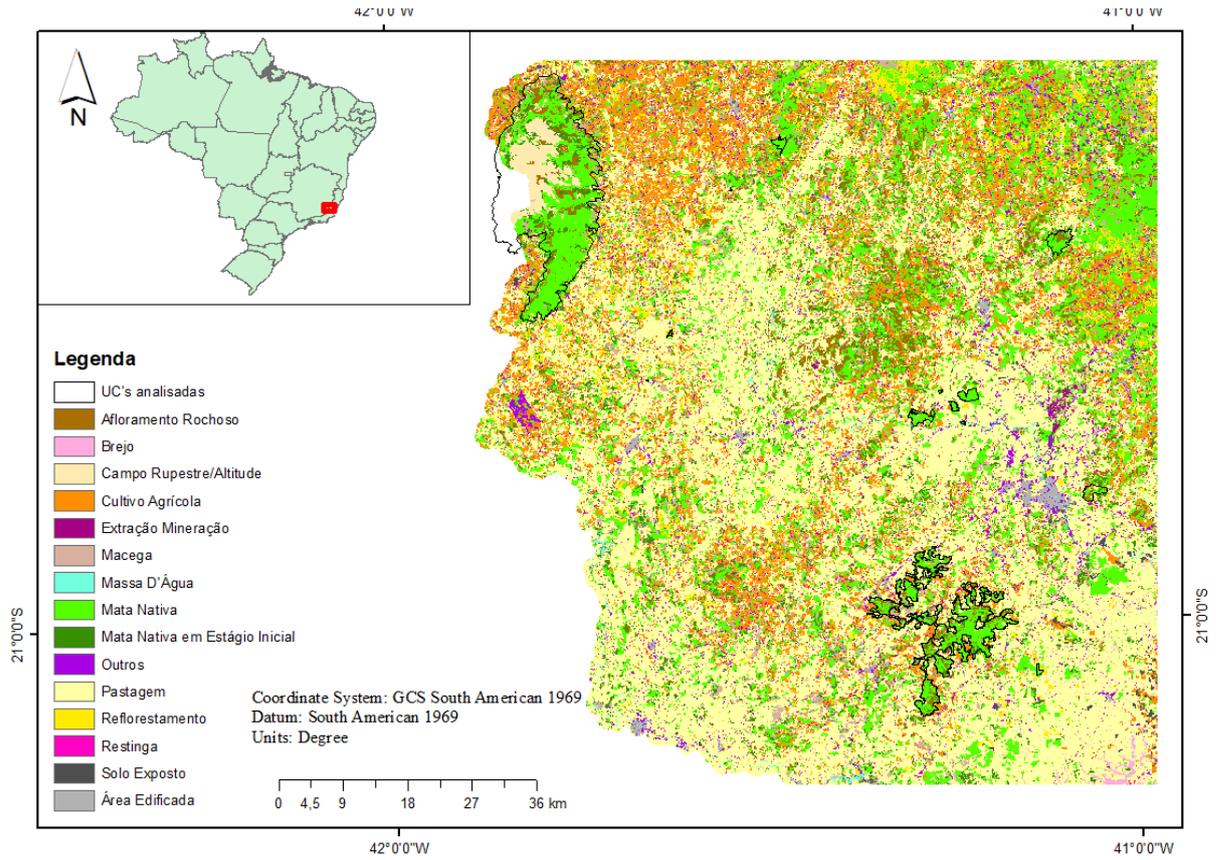


Figura 3: Mapa com os limites das UC's analisadas e as classes de uso e cobertura do solo.

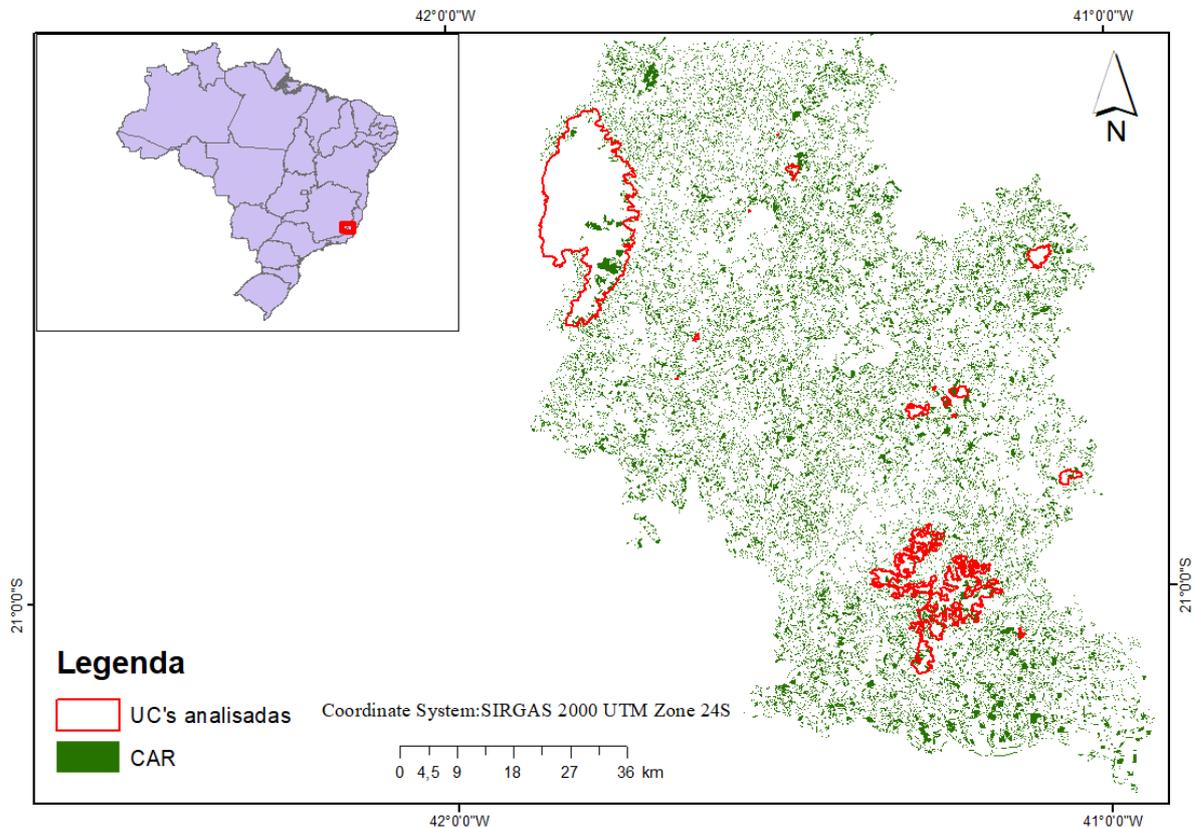


Figura 4: Mapa dos dados das áreas protegidas segundo o CAR e os limites das UC's analisadas.

Para avaliar a influência do uso e cobertura do solo na formação dos corredores, foram estabelecidos valores de resistência a cada uma delas, esse valor foi determinado de acordo com a dificuldade que cada cobertura do solo apresenta à implantação de uma floresta, seja por regeneração natural ou por plantio, o maior valor de resistência foi cem, e o menor valor um. Quanto mais alta à dificuldade de se implantar um corredor ecológico naquela classe de uso do solo, maior o valor da resistência.

Para as áreas de APP e RL, que foram os dados avaliados no *raster* do CAR, foi atribuído apenas um valor fixo de um, se houvesse sobreposição de áreas de APP ou RL na área do corredor a resistência adotada deixaria de ser a da classe de uso e cobertura do solo, sendo substituída pelo valor de resistência do CAR. Essa metodologia foi aplicada porque esses locais são legalmente protegidos, ou seja, de acordo com a lei nessas áreas deve haver floresta, independente do uso que ela apresente, o que facilita a implantação do corredor.

As exceções para a resistência atribuída do CAR foram as áreas de afloramento rochoso, massa d'água, área edificada e extração mineral, pois nesses locais a resistência à formação do corredor é tão alta que mesmo sobrepostas por APP ou RL considerou-se que qualquer alteração que fosse realizada não iria alterar a resistência que tais áreas apresentam à implantação de uma floresta.

A tabela 1 apresenta a localização das UC's que foram estudadas no presente trabalho e suas respectivas áreas.

Tabela 1: UC's a serem discutidas e suas respectivas localização e área

Unidade de Conservação	Localização (municípios)	Área (ha)
RPPN Alto da Serra	Iúna	10,20
RPPN Toca da Onça	Iúna e Muniz Freire	204,38
RPPN Mata do Macuco	Presidente Kennedy	75,18
Monumento Natural Estadual Serra das Torres	Atílio Vivacqua, Mimoso do Sul e Muqui	10452,95
Monumento Natural do Itabira	Cachoeiro de Itapemirim	449,44
RPPN Cachoeira da Fumaça	Alegre e Ibitirama	45,42
RPPN Remy Luiz Alves	Muniz Freire	3,41
RPPN Florindo Vidas	Iúna	1,08
Parque Estadual de Forno Grande	Castelo	763,11
Parque Estadual do Caparaó	Jerônimo Monteiro, Iúna, Ibatiba, Ibitirama, Irupi, Dolores do Rio Preto, Divino São Lourenço, Guaçuí e Alegre	31762,93
Floresta Nacional de Pacotuba	Cachoeiro de Itapemirim	449,44
RPPN Fazenda Boa Esperança	Cachoeiro de Itapemirim	517,00
RPPN Almercino Gomes Carvalho	Guaçuí	6,01
RPPN Cachoeira Alta	Divino São Lourenço	10,55

3.2 Processamento de Dados

Os dados foram processados utilizando o software *ArcGis Desktop V10.2*. Para a proposição dos corredores ligando as UC's foi utilizada a ferramenta *Linkage Mapper* que traçou as linhas e gerou um raster baseado em um gradiente de prioridade, ou seja, a ferramenta define quais os melhores lugares para a passagem dos corredores ecológicos. A

partir dos *shapes* das linhas de corredores utilizou-se a ferramenta *Buffer*, atribuindo aos corredores uma área de 100 metros para cada lado, totalizando 200 metros, conforme indica Zau (1997), que corredores ecológicos possuam no mínimo 200 metros de largura.

Também foram criados *shapes* com dados do CAR e de uso e cobertura do solo para a região de interesse, e por meio da ferramenta *Clip* foi possível sobrepor a área dos corredores e recortar do *shape* do CAR e da vegetação para definir qual o uso do local onde os corredores foram especialmente propostos.

A partir do *Clip* dos dados foi possível calcular a área a ser recuperada para implantação dos corredores, levando em conta os valores de resistência que foram atribuídos para cada classe de uso do solo e a presença ou não de áreas de APP ou reserva legal (CAR).

A Tabela 2 mostra os valores de resistência que foram atribuídos para cada classe de uso e cobertura do solo bem como quando a respectiva classe coincide com o mapeamento do CAR.

Tabela 2: Classes de uso e cobertura do solo seus valores de resistência à formação dos corredores ecológicos e a resistência quando a classe se encontra nos limites de APP e RL definidos pelo CAR.

Classe de uso do solo	Resistência	Resistência com o CAR
Pastagem	90	1
Macega	90	1
Mata nativa inicial	20	1
Reflorestamento	80	1
Solo exposto	100	1
Cultivo agrícola	80	1
Outros	95	1
Afloramento rochoso	10	10
Mata nativa	1	1
Brejo	40	1
Massa d'água	100	100
Área edificada	100	100
Restinga	1	1
Extração mineral	100	100
Campo rupestre	1	1

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram avaliados, primeiramente, determinando a área dos corredores que já estariam dentro de APP ou Reserva Legal (RL), de acordo com os mapas do CAR obtidos no site do MMA. Assim considerou-se que essas áreas estariam cobertas por floresta, ou mesmo que não fossem florestas seriam recuperadas por serem mapeadas como APP ou RL.

A figura 4 apresenta o mapa gerado a partir dos valores de resistência para cada classe de uso do solo.

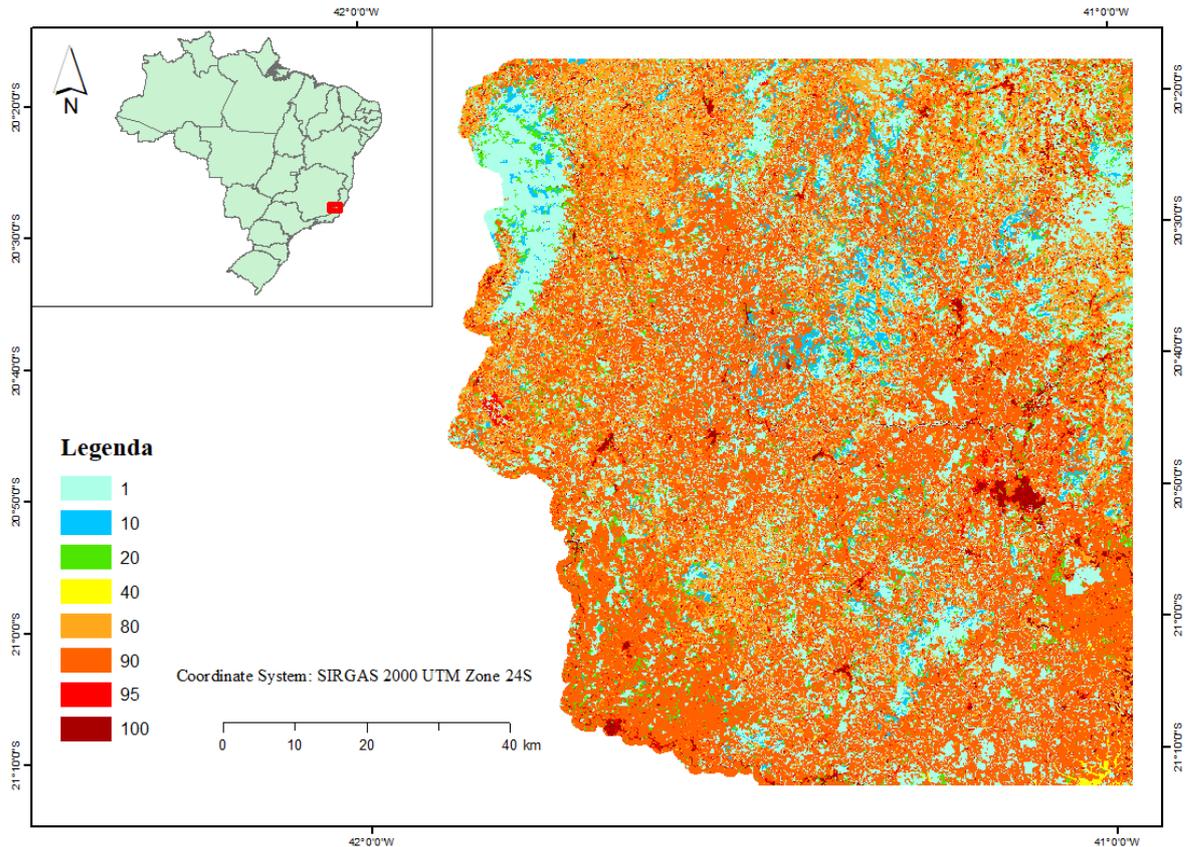


Figura 4: Mapa apresentando os valores de resistência obtidos através dos dados de uso e cobertura do solo.

A Figura 5 apresenta os corredores propostos e o gradiente de prioridade entre as UC's analisadas. Foram definidos 1.253,6 km de corredores ecológicos ligando todas as UC's, em que, após a definição da largura mínima de 200 m de corredor (ZAU, 1997) alcançou uma área de 13.880 ha. Em seguida, após o cruzamento da proposta de corredor com os dados de vegetação e do CAR foram obtidas as seguintes áreas (Tabela 3 e 4).

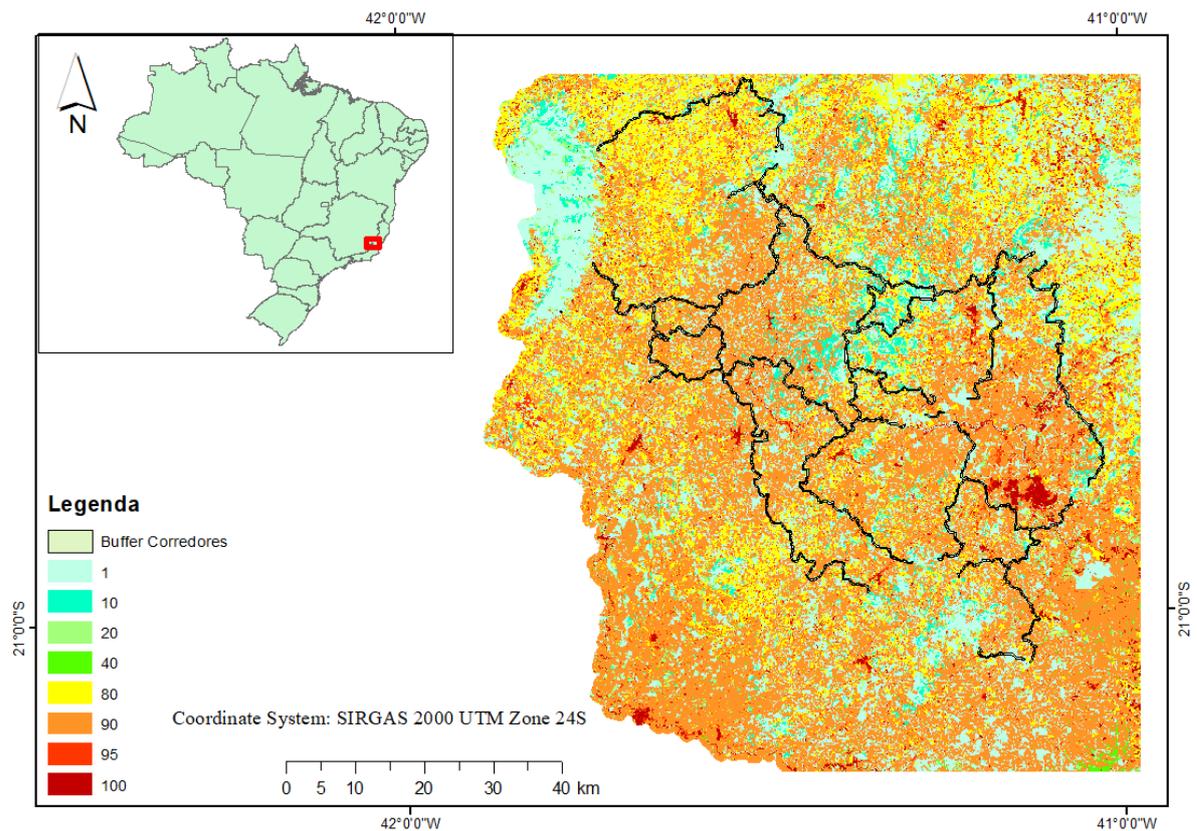


Figura 5: Mapa com o buffer dos corredores propostos pelo *Linkage Mapper* e os valores finais de resistência.

Tabela 3: Área obtida para cada classe de uso e cobertura do solo para a área proposta de corredor ecológico.

Classe	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	5972,13	43,0
Macega	374,31	2,7
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	764,28	5,5
Reflorestamento - Eucalipto	175,05	1,3
Solo Exposto	63,90	0,5
Cultivo Agrícola - Café	1078,20	7,8
Outros	515,70	3,7
Afloramento Rochoso	585,99	4,2
Mata Nativa	3837,33	27,6
Brejo	35,91	0,3

Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Permanentes	64,08	0,5
Cultivo Agrícola - Banana	36,45	0,3
Cultivo Agrícola - Cana-De-Açúcar	16,38	0,1
Reflorestamento - Seringueira	14,58	0,1
Massa D'Água	191,52	1,4
Área Edificada	4,14	0,0
Cultivo Agrícola - Coco-Da-Baía	2,88	0,0
Extração Mineração	11,43	0,1
Campo Rupestre/Altitude	22,41	0,2
Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Temporários	113,13	0,8
TOTAL	13879,80	100,0

Tabela 4: Área obtida para cada classe obtida do CAR para a área proposta de corredor ecológico.

Classes do CAR	Área (ha)	Área (%)
Reserva Legal Proposta	1635,30	32,67
Reserva Legal Averbada	558,63	11,62
APP segundo art. 61-A da Lei 12.651 de 2012	1132,29	22,62
Área de Preservação Permanente a Recompôr de Rios até 10 metros	0,09	0,001
Área de Preservação Permanente de Rios até 10 metros	1273,77	25,45
Área de Preservação Permanente de Reservatório artificial decorrente de barramento de cursos d'água	0,18	5,00
Área de Preservação Permanente de Nascentes ou Olhos D'Água Perenes	70,65	1,41
Área de Preservação Permanente de Lagos e Lagoas Naturais	15,93	0,31
Área de Preservação Permanente de Rios de 10 até 50 metros	187,38	3,74
Área de Preservação Permanente de Rios de 50 até 200 metros	122,85	2,45

Área de Preservação Permanente em Área antropizada não declarada como Área consolidada	6,75	0,13
Área de Preservação Permanente em Área de Vegetação Nativa	0,54	0,010
TOTAL	5.004,36	100,00

Após analisar os valores de área encontrados é possível afirmar que, levando-se em conta o uso e cobertura, descontando a porcentagem que já possui mata nativa e mata em estado inicial de regeneração (33,1 %), será necessário recuperar 76,9 % da área total proposta para os corredores. Ao verificar os resultados do CAR observa-se que há um total de 35,53 % de áreas de APP já preservadas, restando 0,131% a ser recuperada. No que diz respeito à RL, a RL averbada se sobrepe a floresta, pois não existe averbação de área de RL sem que a mesma apresente cobertura florestal. Já a RL proposta pode ou não estar em área de floresta, deve-se fazer um estudo mais aprofundado dessas áreas para verificar a existência ou não de floresta, tornando difícil estimar um valor exato da área de RL que deve ser recuperada.

O tipo de uso da terra que antecede a regeneração natural têm uma influência direta na qualidade e no tempo de regeneração (Silva et al. 2016). Para a recuperação dessas áreas podem ser adotadas técnicas de manejo como a descrita por Sanchez (1999), segundo ele para a recuperação de áreas degradadas, seria indicado o plantio estratégico de espécies com superior capacidade de crescimento e acúmulo de biomassa e de nutrientes, ou de maior valor econômico, em sistemas conhecidos, respectivamente, por “melhoramento” ou “enriquecimento” da vegetação secundária. Aumentando a área sombreada poderia atrair a fauna, aumentar a chance da chegada de sementes e propágulos de vegetação, favorecendo o estabelecimento da floresta.

As maiores proporções de áreas a serem recuperadas são da classe de pastagem, 43,02% da área total, que possui uma resistência de 90, ou seja, uma elevada resistência à formação dos corredores. Este valor é explicado pela baixa disponibilidade no solo de sementes e propágulos, a alta taxa de predação de sementes e plântulas, a baixa fertilidade do solo e a competição com o capim remanescente têm sido propostas como as principais barreiras para a formação da floresta secundária, em pastagens abandonadas (NETO, J. F. T.; COSTA, N. A. da. 2006).

5. CONCLUSÕES

As metodologias aplicadas foram eficientes para gerar as fontes de dados necessárias para propor os corredores ecológicos, ou seja, as ferramentas de geoprocessamento podem ser utilizadas para propor a formação de corredores ecológicos. Os resultados obtidos mostram que há uma área relativamente grande a ser recuperada, principalmente quando se avalia os dados de uso e cobertura do solo. Mais da metade das áreas a serem recuperadas estão em locais cujo valor de resistência à formação da floresta é alto, isso significa que o investimento para a recuperação desses locais será alto, e as técnicas empregadas devem ser eficientes e condizentes com cada tipo de classe e as dificuldades que elas apresentam a implantação da cobertura florestal.

Conclui-se também que grandes áreas do CAR encontram-se dentro dos limites do Buffer dos corredores, o que reduz consideravelmente os custos com a reestruturação da floresta nesses locais. Ressaltando que para um percentual considerável dessas áreas não foi possível assegurar se há ou não cobertura florestal, o que significa que ao se realizar um

estudo mais específico desses locais o valor final da área de RL a ser recuperada pode aumentar ou diminuir, assim como os custos para implantação do projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 11.428. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2006.

BRASIL. Lei nº 9.985. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Brasília, 2000.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 9, de 24 de outubro de 1996. Define “corredor de vegetação entre remanescentes” como área de trânsito para a fauna. Publicado no D.O.U. de 7 de novembro 1996.

CONSERVATION CORRIDOR. Disponível em <<http://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/programs-and-tools/linkage-mapper/>>. Acessado em 08/12/2019.

FONSECA, G. A. B. The vanishing Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, p. 17-34, 1985.

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*, p. 189-209. Universidade Livre do Meio Ambiente, Rede Pró-Unidades de Conservação e Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 1997.

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 16/11/2019.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPIRÍTO SANTO. Geografia. Disponível em <www.es.gov.br/geografia>. Acessado em 29/11/2019.

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

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). (Geobases, mapeamento 2012 a 2015). Disponível em <<https://www.geobases.es.gov.br>>. Acessado em 17/11/2019.

LATAWIEC, A. E.; STRASSBURG, B. B. N.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. & GARDNER, T.. Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 13. 211-218. 10.1890/140052, 2015.

LOUZADA, F. L. R. O.; SANTOS, A. R.; SATTLER, M. A. Análises das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do ribeirão Estrela do Norte, ES. Revista de Biologia e saúde, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Mata Atlântica. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acessado em 14/11/2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Áreas Protegidas. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas>>. Acessado em 29/11/2019.

NETO, J. F. T.; COSTA, N. A. da. Criação de bovinos de corte no Estado do Pará. EMBRAPA, p. 85, 2006.

SANCHEZ, P.A. Improved fallows come of age in the tropics. Agroforestry Systems, v.47, p.3-12, 1999.

SILVA, R. F. B., et al. Land Changes Fostering Atlantic Forest Transition in Brazil: Evidence from the Paraíba Valley. The Professional Geographer, p. 1-14, 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS (SNIF). Disponível em <<http://snif.florestal.gov.br/pt-br/>>. Acessado em 22/11/2019.

WILSON, E. D.; F. M. PETER. Biodiversity. National Academy Press. Washington, D. C., 1988.

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