

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

NAIARA STUPP ANDERSEN

**DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO E
CONSERVAÇÃO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA, NO NORTE DO
ESPÍRITO SANTO**

DOIS VIZINHOS

2021

NAIARA STUPP ANDERSEN

**DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO E
CONSERVAÇÃO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA, NO NORTE DO
ESPÍRITO SANTO**

**Definition of priority areas for restoration and conservation in a hydrographic
microbasin in North Espírito Santo**

Trabalho de conclusão de curso apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Raoni Wainer Duarte Bosquilia.

DOIS VIZINHOS

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

NAIARA STUPP ANDERSEN

**DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO E
CONSERVAÇÃO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA, NO NORTE DO
ESPÍRITO SANTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Raoni Wainer Duarte Bosquilia.

Data de aprovação: Dia/mês por extenso/ano

Raoni Wainer Duarte Bosquilia (orientador)
Pós-Doutorado em Sensoriamento Remoto e doutor em Ciências com área de concentração em Engenharia de Sistemas Agrícolas/Sensoriamento Remoto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fabiani das Dores Abati Miranda (membro da banca)
Doutorado em Ciências Geodésicas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fernando Campanhã Bechara (membro da banca)
Pós-doutorado em Recuperação de Áreas Degradadas e em Ecologia Aplicada, e doutor em Recursos Florestais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família, principalmente minha mãe Nair e meu pai Vilmar, por sempre me apoiarem e torcerem por mim. Vocês são o motivo disso tudo!

Agradeço ao meu orientador, Professor Raoni, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória e pelo incentivo na realização deste trabalho.

Agradeço também as duas pessoas que estiveram comigo desde o começo e que me deram muita força e carinho nesta trajetória, Naiara e Ariane.

Aos amigos que encontrei ao longo dessa trajetória e que seguirão para sempre no meu coração, Marina, Diogo, Sandi e demais.

A quem esteve comigo desde sempre, para sempre, minha grande amiga Lóh Ruama.

Gostaria de deixar registrado também, o meu agradecimento ao professor Fernando Bechara, o qual auxiliou a despertar o meu amor pela ecologia e pela conservação, e que me orientou durante quase todo o período da graduação.

Agradecer também ao Pedro, meu namorado, por todo apoio e companheirismo durante este último ano, e principalmente nestes últimos dias “pré-apresentação”.

Por último, gostaria de agradecer a empresa pelo fornecimento dos dados, e principalmente à Tathiane Sarcinelli por todo apoio na realização do trabalho e durante a minha permanência no MAF.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

O Norte do Espírito Santo conta com a presença de importantes Unidades de Conservação federais e estaduais, além de possuir grande parte do seu território inserido nas Áreas Prioritárias a Conservação da Biodiversidade Brasileira, indicadas pelo Ministério do Meio Ambiente. O presente trabalho teve como objetivo indicar áreas prioritárias para a restauração ecológica e conservação da biodiversidade em uma microbacia hidrográfica localizada nos municípios de Conceição da Barra e São Mateus. Para isso, utilizou-se análise multicriterial, em ambiente SIG, para a combinação de fatores (características da paisagem) importantes ao objetivo do trabalho. Os fatores selecionados foram: proximidade entre fragmentos com área nuclear mínima; proximidade à fragmentos florestais nativos; proximidade à rede hidrográfica; proximidade aos centros urbanos; proximidade à Unidades de Conservação; e declividade. O resultado obtido foi um mapa de áreas prioritárias, classificado em sete classes. A partir deste trabalho concluiu-se que: a avaliação multicriterial, em ambiente SIG, é adequada aos mapeamentos de áreas prioritárias à restauração e conservação em bacias hidrográficas, visando favorecer a conexão entre os fragmentos florestais; porém, para a utilização deste método deve-se ter conhecimento da paisagem em questão, para que os fatores escolhidos e pesos atribuídos sejam coerentes com a realidade da paisagem; a metodologia utilizada se mostrou simples, operacional e flexível, podendo ser realizada com dados pré-existentes e replicada para quaisquer áreas, além de ser passível de alterações caso haja necessidade de incluir ou remover variáveis.

Palavras-chave: análise multicriterial; SIG; Mata Atlântica; conectividade.

ABSTRACT

The North of Espírito Santo has important federal and state Conservation Units, in addition to having a large part of its territory included in Priority Areas for the Conservation of Brazilian Biodiversity, indicated by the Ministry of the Environment. The present work aimed to indicate priority areas for ecological restoration and biodiversity conservation in a hydrographic microbasin located in the municipalities Conceição da Barra and São Mateus. For that, multicriterial analysis was used, in a GIS environment, for the combination of factors (landscape characteristics) important to the objective of the work. The selected factors were: proximity between fragments with a minimal nuclear area; proximity to native forest fragments; proximity to the hydrographic network; proximity to urban centers; proximity to Conservation Units; and slope. The result obtained was a map of priority areas, classified into seven classes. From this work it was concluded that: the multicriterial evaluation, in a GIS environment, is suitable for mapping priority areas for restoration and conservation in hydrographic basins, aiming to favor the connection between forest fragments; however, to use this method, one must have knowledge of the landscape in question, so that the chosen factors and assigned weights are coherent with the reality of the landscape; the methodology used proved to be simple, operational and flexible, being able to be carried out with pre-existing data and replicated any areas, in addition to being subject to change if there is a need to include or remove variables.

Keywords: multicriteria analysis; GIS; Atlantic forest; connectivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio São Mateus	21
Figura 2 - Áreas Prioritárias para Conservação indicadas pelo Ministério do Meio Ambiente (2018) na área de estudo	22
Figura 3 - Uso do solo na área da microbacia de estudo	23
Figura 4 - Fluxo da metodologia do trabalho	24
Figura 5 - Mapa de vegetação nativa na microbacia hidrográfica em estudo	28
Figura 6 - Mapa considerando a vegetação nativa da microbacia com área nuclear mínima (ha)	29
Figura 7 - Rede hidrográfica da microbacia em estudo	29
Figura 8 - Área efetivamente urbanizada dentro do perímetro da microbacia	30
Figura 9 - Unidades de conservação utilizadas na análise de proximidade	30
Figura 10 - Distância entre fragmentos com área nuclear	32
Figura 11 - Distância entre fragmentos florestais de vegetação nativa	33
Figura 12 - Distância entre a rede hidrográfica da microbacia	34
Figura 13 - Distância entre os centros urbanos na microbacia	35
Figura 14 - Distância entre as Unidades de Conservação na microbacia	36
Figura 15 - Mapa de declividade da microbacia hidrográfica	37
Figura 16 - Áreas prioritárias para restauração e conservação da biodiversidade, na microbacia de estudo	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos atribuídos para cada variável	26
Tabela 2 - Número de fragmentos com área nuclear por classe de tamanho	28
Tabela 3 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre fragmentos florestais com área nuclear	31
Tabela 4 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre fragmentos florestais	33
Tabela 5 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre a rede hidrográfica	34
Tabela 6 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre os centros urbanos	35
Tabela 7 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre as Unidades de Conservação	36
Tabela 8 - Classes e notas estabelecidas para a o relevo da microbacia	37
Tabela 9 - Classes de prioridade e suas respectivas áreas (ha e %), na microbacia analisada	38

SUMÁRIO

1	13
2	13
3	15
3.1	15
4	16
4.1	16
4.2	17
4.3	18
4.4	19
5	21
5.1	21
5.2	23
5.2.1	24
5.2.2	24
<u>5.2.2.1</u>	24
<u>5.2.2.2</u>	25
<u>5.2.2.3</u>	25
<u>5.2.2.4</u>	25
<u>5.2.2.5</u>	25
5.2.3	26
5.2.4	26
5.2.5	26
6	28
6.1	28
6.2	31
<u>6.2.1.1</u>	31
<u>6.2.1.2</u>	32
<u>6.2.1.3</u>	33
<u>6.2.1.4</u>	34
<u>6.2.1.5</u>	35
<u>6.2.1.6</u>	36
6.3	37
7	40

1 INTRODUÇÃO

A fragmentação, ocasionada principalmente pela crescente e desordenada ocupação territorial nas paisagens, responsável pelo isolamento das florestas, pode ainda ocasionar perda de biodiversidade e de diversidade genética, possível aumento na ocorrência de espécies invasoras, aumento dos riscos de erosão, assoreamento de cursos d'água e redução gradativa dos recursos hídricos, devido a menor capacidade de retenção de água no solo, entre outros. Esses danos podem atingir não somente populações de espécies, mas também comunidades, podendo causar modificações ou ainda eliminação de relações ecológicas existente entre as espécies.

Um dos biomas brasileiros que mais sofrem com a fragmentação de suas áreas, devido ao desmatamento desenfreado, é a Mata Atlântica, tornando-o um dos biomas mais ameaçados do planeta (INPE, 2019). Atualmente, grande parte da biodiversidade da Mata Atlântica situa-se em pequenos fragmentos florestais. Segundo Ribeiro et al. (2009), cerca de 80% dos fragmentos de floresta nativa no bioma possuem menos de 50 hectares. Surge assim a necessidade de estudos para a caracterização espacial destes fragmentos, objetivando a criação de estratégias de conservação dos mesmos (PIROVANI, 2010).

A priorização de áreas para espacialização de ações de conservação apresenta-se como um método efetivo e econômico, uma vez que permite a interação e análise de diferentes informações relevantes que compõem a paisagem, em ambiente Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), onde podem ser gerados mapas de priorização de áreas, de forma rápida e confiável (VALENTE, 2005).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a identificação de áreas prioritárias para conservação, em uma microbacia hidrográfica localizada no norte do Espírito Santo, visando direcionar, de forma mais assertiva, ações de manejo e de conservação.

2 JUSTIFICATIVA

O Norte do Espírito Santo é uma região de intensivo uso silvicultural, devido ao histórico de atuação de grandes empresas do setor de papel e celulose no estado, e que possui grande parte do seu território inserido nas Áreas Prioritárias a Conservação da Biodiversidade Brasileira (BRASIL, 2018), sendo a biodiversidade da região classificada como “Extremamente Alta”. A região conta ainda com a presença de importantes Unidades de Conservação federais e estaduais, demonstrando sua grande importância para ações de conservação e preservação.

A nível de microbacia hidrográfica, a definição de áreas prioritárias para conservação é uma importante ferramenta para direcionar e otimizar ações e estratégias de manejo. Para isso são analisados componentes da paisagem julgados como relevantes para a conservação/biodiversidade e para as ações/estratégias definidas.

A complexidade de análise na definição de áreas prioritárias à conservação, oferecida por alguns trabalhos existentes, acaba dificultando a operacionalização deste processo e sua incorporação no dia a dia de empresas que atuam no segmento ou que possuem ações voltadas a conservação da biodiversidade, dificultando o direcionamento mais assertivo destas. Visto isso, este trabalho objetivou apresentar uma metodologia simplificada e operacional, para orientação e auxílio na tomada de decisões quanto a ações de conservação, a partir da indicação de áreas prioritárias para a conservação.

3 OBJETIVO

O objetivo geral do presente trabalho foi indicar as áreas prioritárias para restauração ecológica e conservação, em uma microbacia hidrográfica localizada no norte do Espírito Santo, a partir da análise multicriterial, em ambiente SIG.

3.1 Objetivos específicos

- Delimitar a área da microbacia a ser estudada;
- Definir os critérios para utilização na análise multicriterial e seus respectivos pesos;
- Realizar a análise multicriterial, a partir dos critérios definidos e gerar o mapa de priorização das áreas para restauração e conservação, no limite da microbacia hidrográfica.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Conservação da biodiversidade e a fragmentação florestal

A conservação da biodiversidade é um dos maiores desafios da atualidade, devido ao elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais, que tem como uma das principais consequências a fragmentação de ecossistemas naturais (SARTORI, 2010).

A fragmentação significa a transição de ser inteiro a ser dividido em duas ou mais partes distintas, resultando em uma paisagem composta de fragmentos (como floresta) com outra coisa (uma matriz não florestal) entre os fragmentos (FRANKLIN et al, 2002). No Brasil, a fragmentação das florestas teve início com a ocupação territorial no período da colonização, que resultou no desmatamento de grandes áreas de floresta para a construção de estruturas e a ocupação de pessoas (PIROVANI, 2010).

As atividades humanas aceleraram o ritmo de conversão da paisagem, prejudicando significativamente os recursos naturais e aumentando a fragmentação de ecossistemas não perturbados (TURNER et al, 2001). A fragmentação, em habitats e populações, é facilmente observada em paisagens dominadas pelo homem, onde a sobrevivência de muitas espécies depende da taxa de conectividade entre os fragmentos de habitat (FARINA, 2006).

Entre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica é um dos que mais sofre com a fragmentação, por conta de seu desmatamento ao longo dos anos e, por isso, um dos biomas mais ameaçados do planeta. Segundo dados divulgados no Atlas da Mata Atlântica (2019) por iniciativa da Fundação SOS Mata Atlântica e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no período de 2017 a 2018 restavam apenas 16,2 milhões de hectares de florestas nativas preservadas (acima de 3 hectares) no bioma, o que equivale a 12,4% da área original deste.

Segundo Ribeiro et al. (2009), cerca de 80% dos fragmentos de floresta nativa na Mata Atlântica possuem menos de 50 hectares, por isso a necessidade de estudos para conhecer a caracterização espacial destes fragmentos, objetivando a criação de estratégias de conservação desses (PIROVANI, 2010).

A fragmentação florestal tem como possíveis consequências à redução das áreas de ecossistemas naturais, mudanças no regime hidrológico e na qualidade das águas das bacias hidrográficas, erosão dos solos e assoreamento de cursos d'água,

favorecimento de espécies exóticas, alterações nos fluxos físicos e químicos da paisagem (PIROVANI, 2010).

A dinâmica e a existência de populações de determinadas espécies também podem ser influenciadas, uma vez que a fragmentação representa um distanciamento geográfico entre os remanescentes e, após a extinção em um determinado fragmento, a probabilidade de recolonização depende do nível de isolamento deste e da qualidade do habitat circundante (FARINA, 2006). A fragmentação dos ecossistemas também tem forte impacto sobre as comunidades animais, principalmente para espécies que necessitam de grandes extensões de área e/ou apresentam dificuldades para atravessar grandes espaços sem vegetação (TURNER et al, 2001).

Ao inverso da fragmentação, a conectividade, é descrita por Metzger (2001) como “a capacidade da paisagem (ou das unidades da paisagem) de facilitar os fluxos biológicos”, a qual depende da proximidade entre os elementos de habitat, da densidade de corredores e “stepping stones”, e da permeabilidade da matriz. Para Lima (2014), a conectividade surge da interação entre as respostas comportamentais aos elementos da paisagem e a sua estrutura física.

A conectividade pode ser diferenciada em dois tipos: estrutural e funcional. Na primeira são consideradas as relações físicas entre as manchas, baseando-se apenas na estrutura da paisagem, sem levar em consideração as respostas comportamentais dos organismos (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007). Ao contrário, a conectividade funcional considera estas respostas de comportamento dos indivíduos frente aos elementos constituintes da paisagem (GOODWIN, 2003).

Portanto, as ações de conservação e preservação florestal devem seguir em caminho contrário ao da fragmentação, podendo assim garantir a manutenção e/ou restauração da biodiversidade na paisagem afetada (GENELETTI, 2004).

4.2 Definição de áreas prioritárias para conservação

As áreas prioritárias de conservação são um instrumento de política pública que orientam para o desenvolvimento de ações de pesquisa, inventário da biodiversidade, recuperação de áreas degradadas e de espécies ameaçadas de extinção, licenciamento ambiental, fiscalização, identificação de áreas com potencial para criação de unidades de conservação, corredores ecológicos, ações de fomento ao uso sustentável e ações de regularização ambiental (MMA, 2019).

Inicialmente, a conservação era voltada para áreas de grande beleza cênica ou de baixo valor econômico (DE ALBUQUERQUE; SÁ; JORGE, 1998). Atualmente as áreas destinadas a conservação tem como objetivo a manutenção de condições naturais adequadas para a proteção da diversidade de ecossistemas existentes no país, incluindo a proteção da diversidade genética, biológica e de espécies ameaçadas (BRASIL, 2012).

De acordo com Collins et al. (2001) a análise de áreas prioritárias objetiva a identificação do padrão espacial mais apropriado para os futuros usos do solo de uma determinada região, levando em consideração fatores específicos e preditores de uma atividade ou objetivo.

A espacialização das ações de conservação pode ser feita a partir da priorização de áreas, sendo um dos métodos mais eficazes e econômicos na gestão. Esses mapas de prioridade podem ser obtidos de forma rápida e confiável com a interação de diferentes planos de informação em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (VALENTE & VETTORAZZI, 2008).

4.3 Restauração da Paisagem Florestal

Há muito tempo o desmatamento para a expansão das terras agrícolas e dos centros urbanos baseiam-se na derrubada da floresta para uso da madeira de interesse e a queima dos resíduos para a limpeza da área. Posteriormente, são implantadas atividades agropecuárias que não fazem uso de técnicas adequadas de manejo e conservação do solo e dos recursos naturais, estas áreas podem sofrer com o esgotamento da capacidade produtiva do solo que, pela improdutividade, tendem a ser abandonadas sem vegetação (FONSECA, 2013), caracterizando áreas degradadas.

A restauração ecológica, de acordo com a Society for Ecological Restoration, é “o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (GANN et al., 2004). Esta prática visa ainda restabelecer as funções ecológicas e a estrutura de um determinado ecossistema, além de incrementar sua biodiversidade (WWF-Brasil, 2017).

Quando ampliamos a visão da restauração, surge a Restauração da Paisagem Florestal (RPF), que objetiva recuperar a funcionalidade ecológica e melhorar o bem-estar humano em paisagens e florestas degradadas e desmatadas (BEATTY et al., 2018).

A RPF pode ainda contribuir diretamente para a conservação da biodiversidade, a partir do aumento da quantidade e qualidade de hábitat para as espécies, e do aumento da conectividade entre remanescentes florestais em paisagens fragmentadas. As consequências da RPF são ainda mais positivas quando beneficia espécies ameaçadas de extinção e de alta relevância funcional para as paisagens, como polinizadores e dispersores de sementes (IIS, 2020).

Para ser considerado recuperado e restaurado, o ecossistema precisa se tornar sustentável, ou seja, independente de intervenções, estar ausente de ameaças, possuir diversidade estrutural de vegetação, ser funcional e apresentar conectividade com a paisagem (MCDONALD et al. 2016).

4.4 SIG e abordagem multicriterial

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), como definido por Alves (1990), são sistemas criados para tratamento e manipulação de dados referenciados espacialmente e possibilitam a combinação de diferentes dados para facilitar a análise destes.

Assim, estes sistemas se tornam ferramentas essenciais no estudo de ecologia de paisagem, pois possibilitam a manipulação de dados reais, tornando informações implícitas em análise explícita (FARINA, 2006), e são capazes de caracterizar os padrões da paisagem no espaço e no tempo (TURNER et al., 2001).

Para a tomada de decisão em planejamento ambiental faz-se necessário inúmeras variáveis do meio físico, biológico, social e econômico, sejam elas quantificáveis ou não, as quais suas combinações podem produzir diferentes possibilidades de uso (SARTORI, 2010).

A análise de multicritérios, segundo Moura (2007), baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na atribuição de importância de cada plano e de seus componentes para a construção do resultado, utilizando-se fatores de ponderação sempre que preciso.

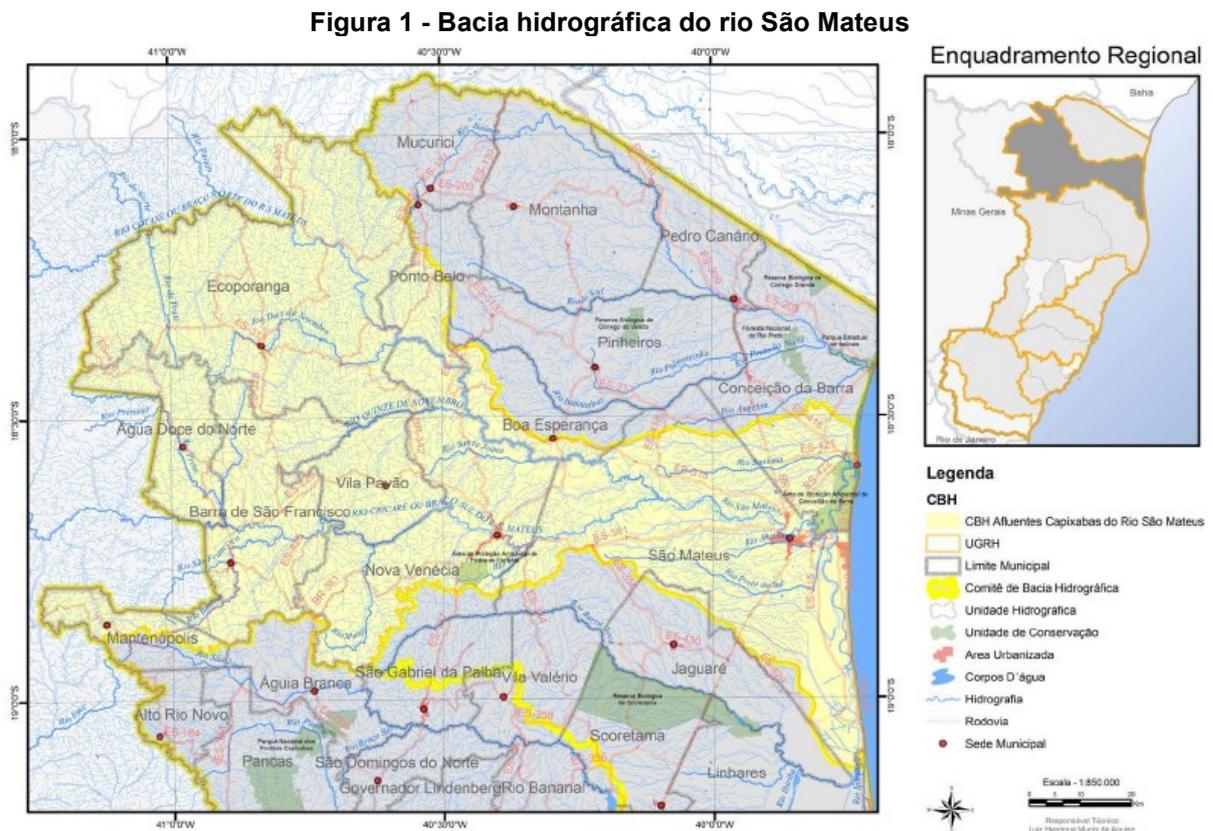
Para a realização desta análise, faz-se o uso de dados georreferenciados, os quais podem ser adquiridos, armazenados, recuperados, manipulados e analisados em ambiente SIG, que permite também a combinação desses dados e os conceitos de tomadores de decisão em alternativas de decisões (MALCZEWSKI, 2004).

Segundo Santos (2010), esta técnica tem sido empregada em vários estudos relacionados ao planejamento ambiental, devendo ser utilizada em situações em que a análise de apenas uma variável não representa a realidade do fenômeno estudado.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

O local de estudo foi a microbacia do rio Santana, com uma área de 46.481,4 ha, que compõe a Bacia Hidrográfica do rio São Mateus (Figura 1), e está localizada no Extremo Norte do Espírito Santo, entre os municípios de São Mateus e Conceição da Barra.

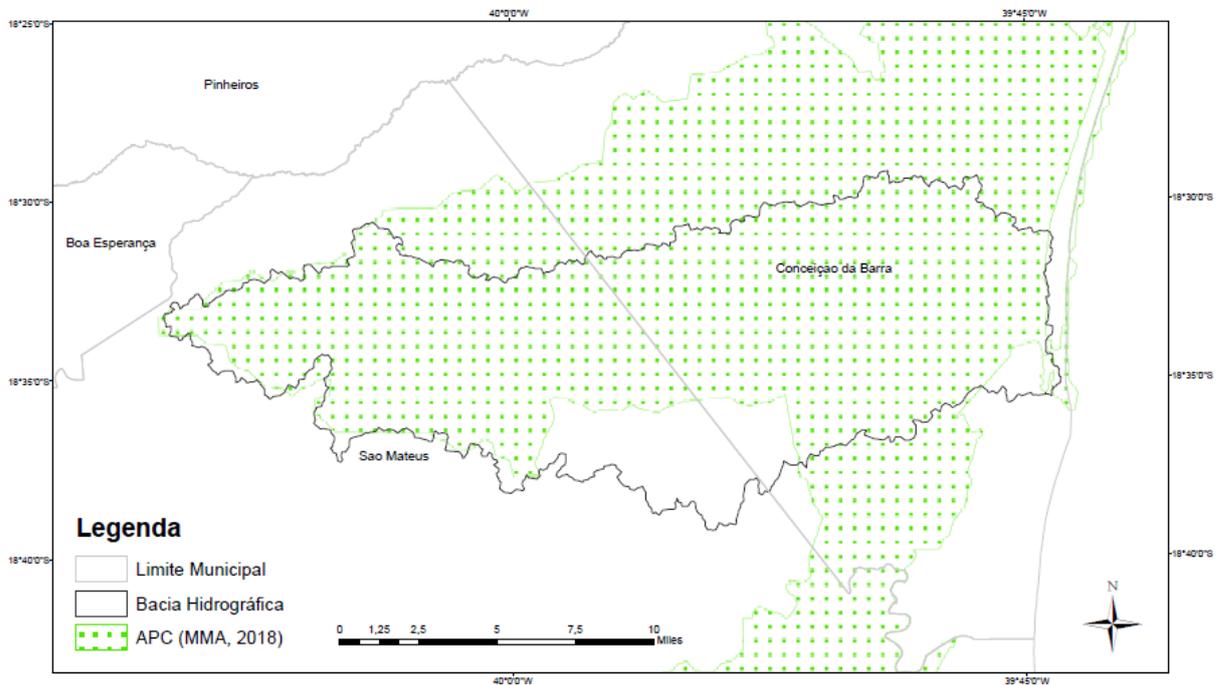


Inserido integralmente no bioma Mata Atlântica, o estado do Espírito Santo possui cerca de 11% de sua cobertura vegetal original (SOS Mata Atlântica & Inpe, 2019). Pouco mais de 10% desta encontra-se em um único fragmento, conhecido como bloco Linhares-Sooretama, o qual inclui a Reserva Biológica de Sooretama (RBS: aproximadamente 24.000 ha) e três áreas protegidas privadas: a Reserva Natural Vale (RNV: 22.711 ha), a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Recanto das Antas (2.212 ha) e a RPPN Mutum Preto (379 ha) (SRBEK-ARAUJO & KIERULFF, 2016).

As matas localizadas no Norte do Espírito Santo foram caracterizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (2000) como ricas em espécies e com elevado grau de endemismo, além de possuírem interessantes formações sob o aspecto fitogeográfico, com a ocorrência de inúmeros táxons amazônicos atlânticos. Na porção leste da microbacia estudada encontra-se o Parque Estadual de Itaunas, onde são encontrados ambientes como Mata de Tabuleiro, restingas, dunas, mangues e a mais representativa região de alagados do Espírito Santo (CEPEMAR, 2004).

Aproximadamente 84% da área de estudo (Figura 2) está considerada nas Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2018), levando em conta a importância biológica e o uso econômico e sustentável. A região em questão está classificada com importância Extremamente Alta da biodiversidade, o que salienta a importância da área para o estudo.

Figura 2 - Áreas Prioritárias para Conservação indicadas pelo Ministério do Meio Ambiente (2018) na área de estudo

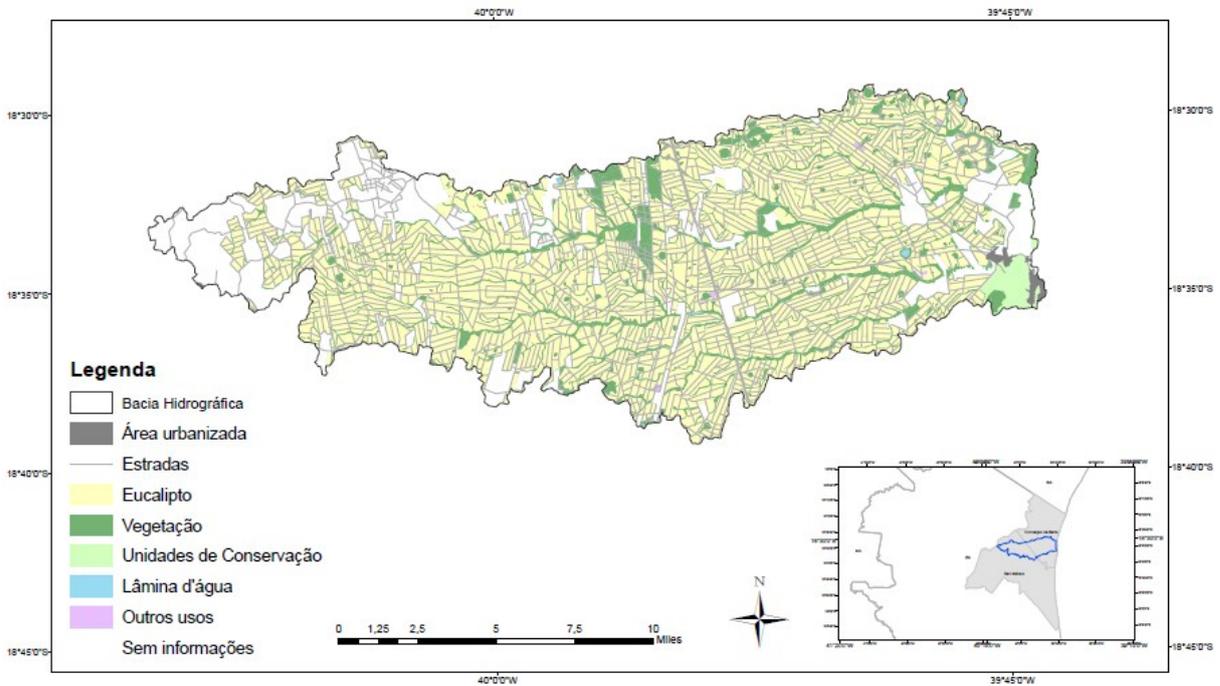


Fonte: Autoria própria, 2021

Os municípios de São Mateus e Conceição da Barra possuem grande representatividade na produtividade de eucalipto no estado (LIMA, 2017), devido principalmente a presença de empresas do setor florestal na região. Assim, o uso do

solo na área de estudo é predominantemente silvicultural, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Uso do solo na área da microbacia de estudo

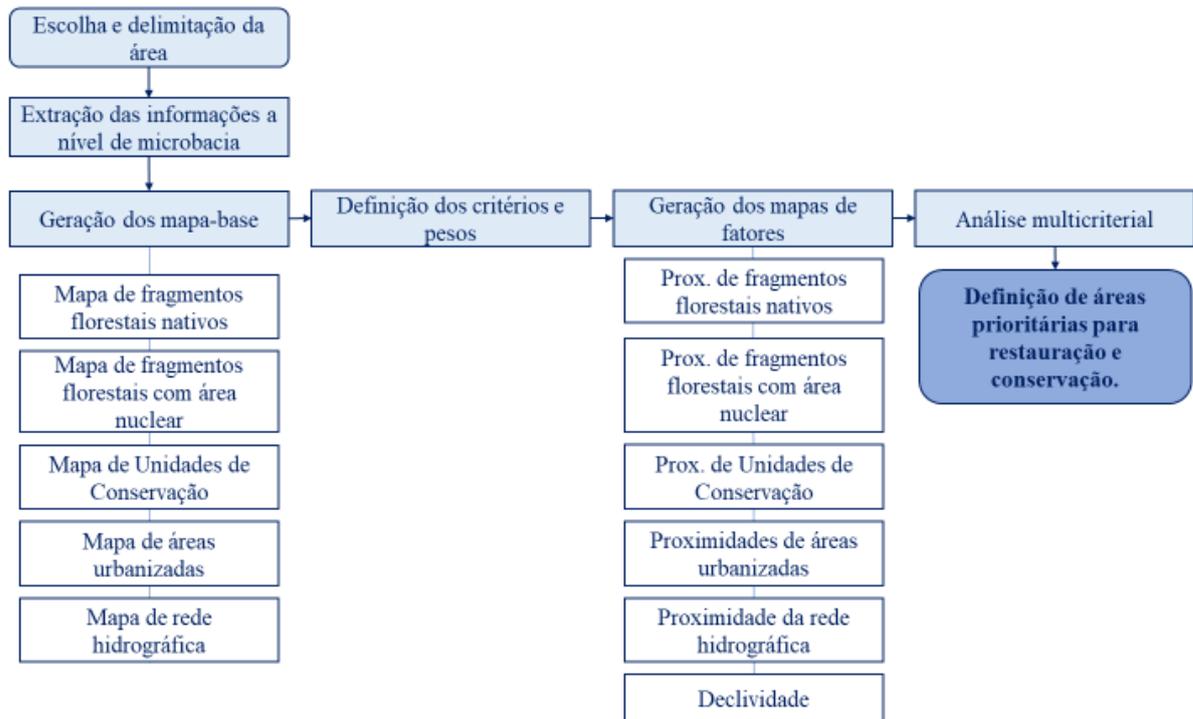


Fonte: Autoria própria, 2021

5.2 Metodologia para a priorização de fragmentos florestais

A metodologia para a geração dos mapas de priorização de áreas para conservação e restauração florestal são indicados na Figura 4, e percorrida a seguir. Todas as etapas foram realizadas no software ArcMap, no Datum Sirgas 2000.

Figura 4 - Fluxo da metodologia do trabalho



Fonte: Autoria própria, 2021

5.2.1 Delimitação da microbacia

Para a vetorização da rede de drenagem e delimitação da bacia foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado da imagem SRTM, obtida pelo projeto Topodata (BRASIL, 2008) referente a área escolhida. A imagem foi processada em ambiente SIG, utilizando o Datum SIRGAS 2000.

5.2.2 Mapas-base

Os mapas-base foram gerados a partir de informações pré-existentes, ou obtidas em no site da IJSN (Instituto Jones dos Santos Neves), do Governo do Estado do Espírito Santo.

5.2.2.1 Fragmentos de floresta nativa

Para a geração desse plano, as informações referentes a área de estudo em questão foram fornecidas pela empresa X. O mapa de fragmentos florestais (FF) considerou as seguintes fitofisionomias presentes no banco de dados da empresa, independentemente de seu tamanho:

- a) Vegetação Secundária Média;
- b) Vegetação Secundária Avançada;
- c) Muçununga;
- d) Brejo;
- e) Restinga Herbácea Arbustiva;
- f) Restinga Arbórea;
- g) Muçununga Herbácea Arbustiva;
- h) Muçununga Arbórea.

5.2.2.2 Área nuclear mínima dos fragmentos de floresta

O interior de um fragmento, o qual não sofre efeito de borda, é chamado de área nuclear, sendo a borda do fragmento a região sob maior influência das ações antrópicas (SARTORI, 2010). Para o presente estudo considerou-se uma faixa de borda de 50 metros.

O plano de informação área nuclear dos fragmentos de floresta e suas quantificações de áreas foram produzidos a partir do mapa de fragmentos florestais, após a remoção de um buffer interno de 50 metros dos fragmentos. Aqueles que não apresentaram área nuclear foram excluídos da análise, o restante foi classificado quanto ao tamanho de área.

5.2.2.3 Rede hidrográfica

A rede de drenagem foi extraída da base de dados da empresa X.

5.2.2.4 Centros urbanos

As áreas de centros urbanos foram extraídas do site Geobases (2021) do governo estadual do Espírito Santo.

5.2.2.5 Unidades de Conservação

O mapa de Unidades de Conservação foi gerado a partir da base de dados disponibilizada pela empresa X.

5.2.3 Mapas de fatores

A definição dos critérios e dos pesos de fatores baseou-se na revisão da literatura. Ao final do processo, foram elencados seis fatores, de acordo com o objetivo em definir áreas prioritárias para favorecer a conectividade em fragmentos florestais na área da microbacia, visando à restauração ecológica e a conservação da biodiversidade. Sendo eles: Proximidade entre fragmentos de maior área nuclear; Proximidade à cobertura florestal; Proximidade à rede hidrográfica; Proximidade dos centros urbanos; Proximidade às Unidades de Conservação; Declividade.

Para gerar os mapas de proximidade, fez-se uso da ferramenta *Patch Distance*, disponibilizada pelo software ArcMap. Posteriormente estes mapas foram reclassificados, com a ferramenta *Reclassify*, que gerou uma imagem *raster* com cinco classes de distância, em metros, as quais foram atribuídas notas, levando em conta o interesse para a conservação e restauração.

5.2.4 Pesos dos fatores

Os pesos expressam a importância, ou ordem de importância, dos fatores no processo de tomada de decisão (VALENTE, 2005). No trabalho em questão, os pesos utilizados foram determinados a partir de estudos na literatura existente, e são apresentados na Tabela 7.

Tabela 1 - Pesos atribuídos para cada variável

Variável	Nota
Declividade	0,0854
Distância de centros urbanos	0,0840
Distância da rede hidrográfica	0,1168
Distância de Unidades de Conservação	0,1516
Distância de fragmentos florestais	0,1911
Distância de fragmentos com área nuclear	0,3713

Fonte: Adaptado de Sartori (2010)

5.2.5 Método da combinação linear ponderada

Depois de gerados os mapas de critérios, fez-se a multiplicação de cada mapa de fator pelo peso definido, e a soma dos resultados. A geração do mapa final foi realizada através da ferramenta *Raster Calculation*, no software ArcMap, com a seguinte fórmula:

$$\text{APC\&R} = (\text{"DEC"} * 0,0854) + (\text{"DAU"} * 0,0840) + (\text{"DRH"} * 0,1168) + (\text{"DUC"} * 0,1516) + (\text{"DFF"} * 0,1911) + (\text{"DFN"} * 0,3713)$$

Onde:

APC&R: Áreas Prioritárias para Conservação e Restauração

DEC: Declividade

DAU: Distância de Áreas Urbanas

DRH: Distância de Redes Hidrográficas

DUC: Distância de Unidades de Conservação

DFF: Distância de Fragmentos Florestais

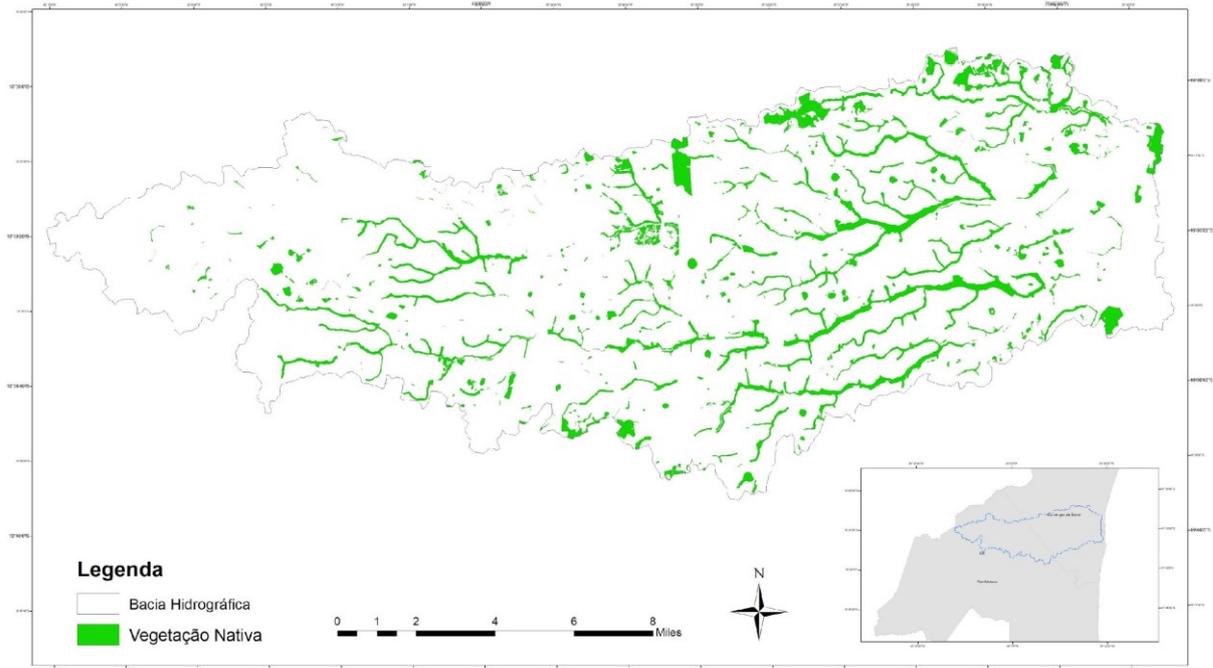
DFN: Distância de Fragmentos com Área Nuclear

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Mapas-base

Os mapas-base, utilizados para a geração dos mapas de distância, são apresentados a seguir.

Figura 5 - Mapa de vegetação nativa na microbacia hidrográfica em estudo



Fonte: Autoria própria (2021)

O mapa de fragmentos florestais nativos (Figura 5) considerou apenas as fitofisionomias citadas no item 4.2.2.1. Ao todo foram considerados 1.504 fragmentos, independentemente de seu tamanho/área nuclear.

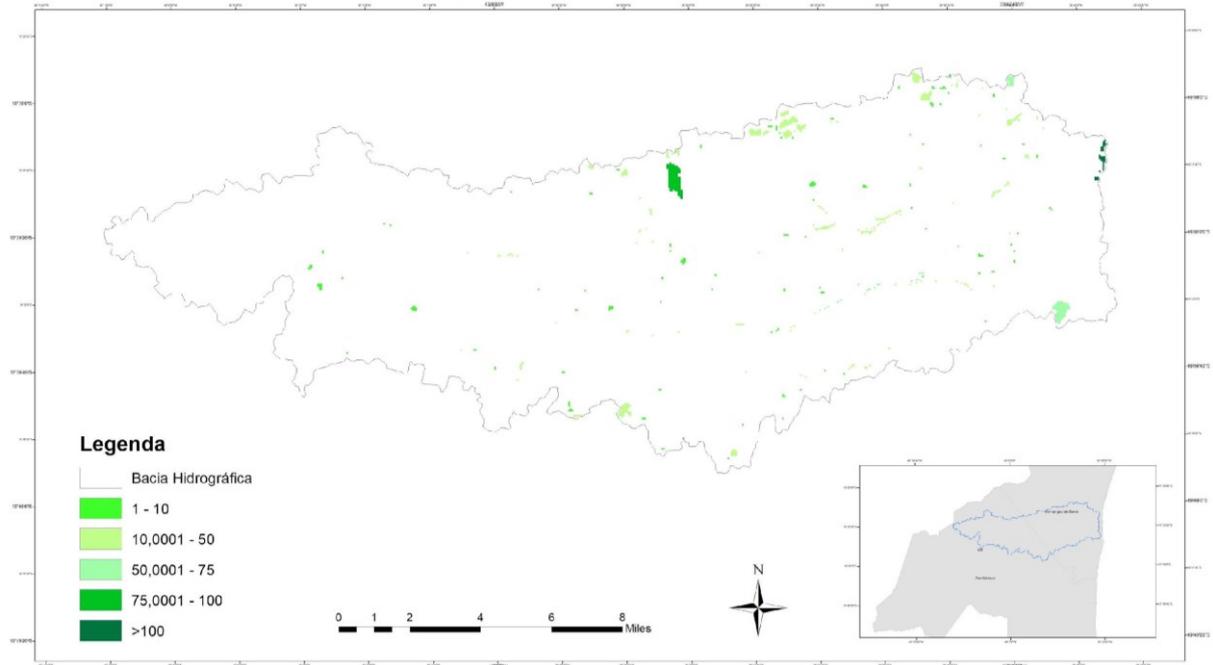
Os fragmentos florestais nativos com área nuclear, ou seja, maiores que 1 hectare, considerando uma borda 50 metros, são apresentados na Figura 6. O número de fragmentos, por classe de tamanho, é indicado na Tabela 2.

Tabela 2 - Número de fragmentos com área nuclear por classe de tamanho

Classe (ha)	Número de fragmentos
1-10	163
10-50	84
50-75	3
75-100	1
>100	1

Fonte: Autoria própria (2021)

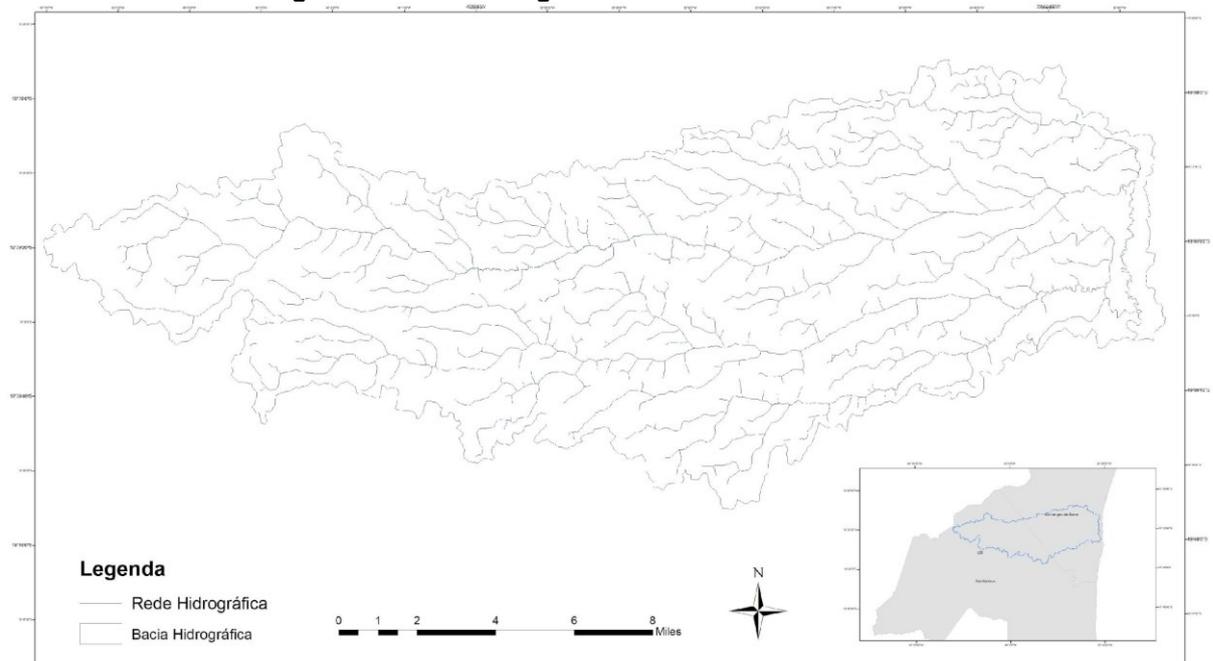
Figura 6 - Mapa considerando a vegetação nativa da microbacia com área nuclear mínima (ha)



Fonte: Autoria própria (2021)

A rede hidrográfica da microbacia em questão (Figura 7) foi classificada como de quarta ordem, com seu exutório, ou seja, o ponto de escoamento máximo da bacia, no rio São Mateus.

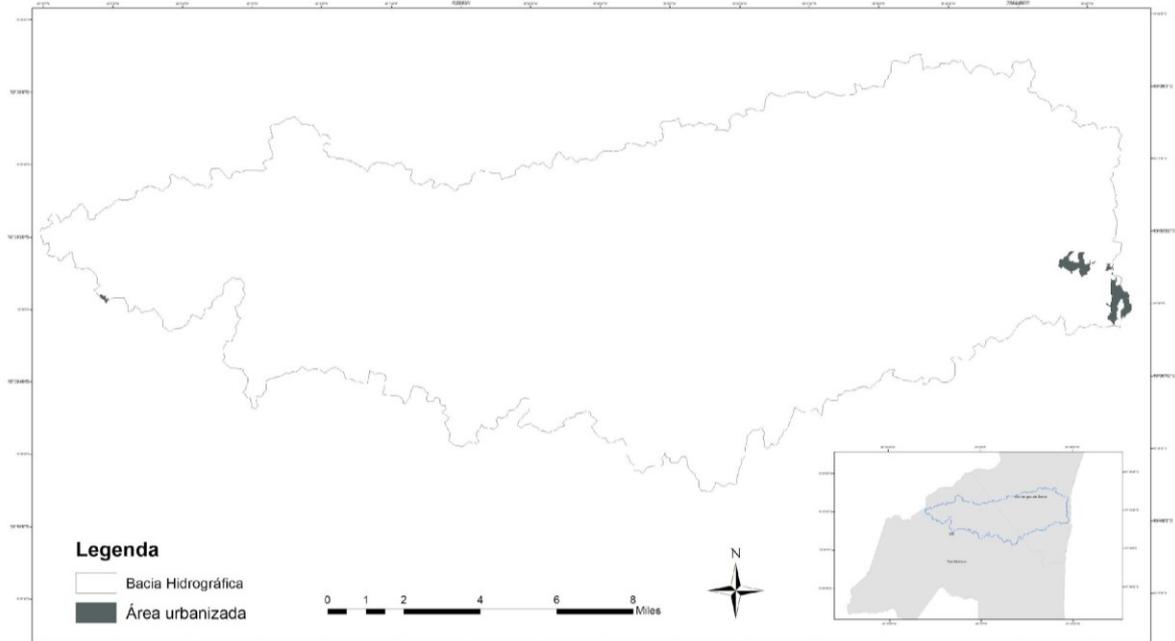
Figura 7 - Rede hidrográfica da microbacia em estudo



Fonte: Autoria própria (2021)

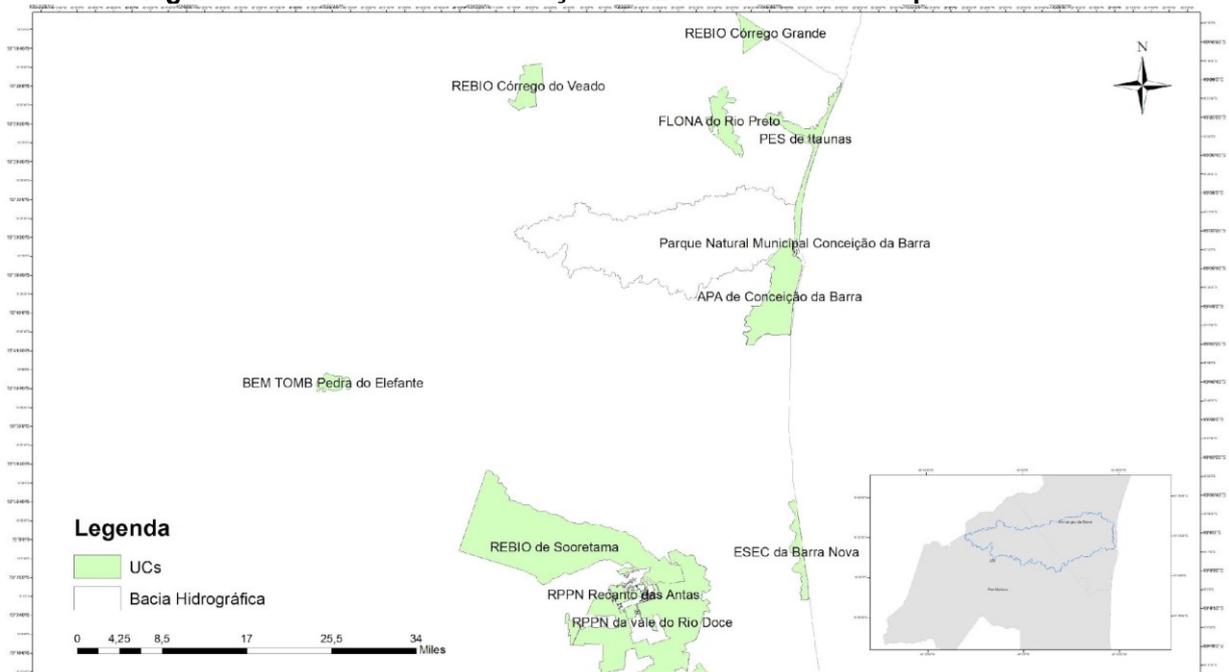
As regiões indicadas como centros urbanos dentro da área da microbacia (Figura 8) são, em sua maioria, referentes as áreas urbanizadas do município de Conceição da Barra.

Figura 8 - Área efetivamente urbanizada dentro do perímetro da microbacia



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9 - Unidades de conservação utilizadas na análise de proximidade



Fonte: Autoria própria (2021)

As Unidades de Conservação consideradas na análise de proximidade são apresentadas na Figura 9.

6.2 Mapas de fatores

Os mapas de distância para cada variável, que foram utilizados para a geração do mapa final de áreas prioritária para a conservação, são apresentados nos itens a seguir.

6.2.1.1 Proximidade entre fragmentos de maior área nuclear

Com a elaboração desse fator (Figura 10), as regiões de maior importância, na bacia, foram aquelas com os fragmentos com área nuclear maior que 1 hectare e mais próximos uns aos outros (Tabela 4). Isso porque, segundo Temple (1986) a área nuclear é um bom indicativo de qualidade dos fragmentos.

Tabela 3 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre fragmentos florestais com área nuclear

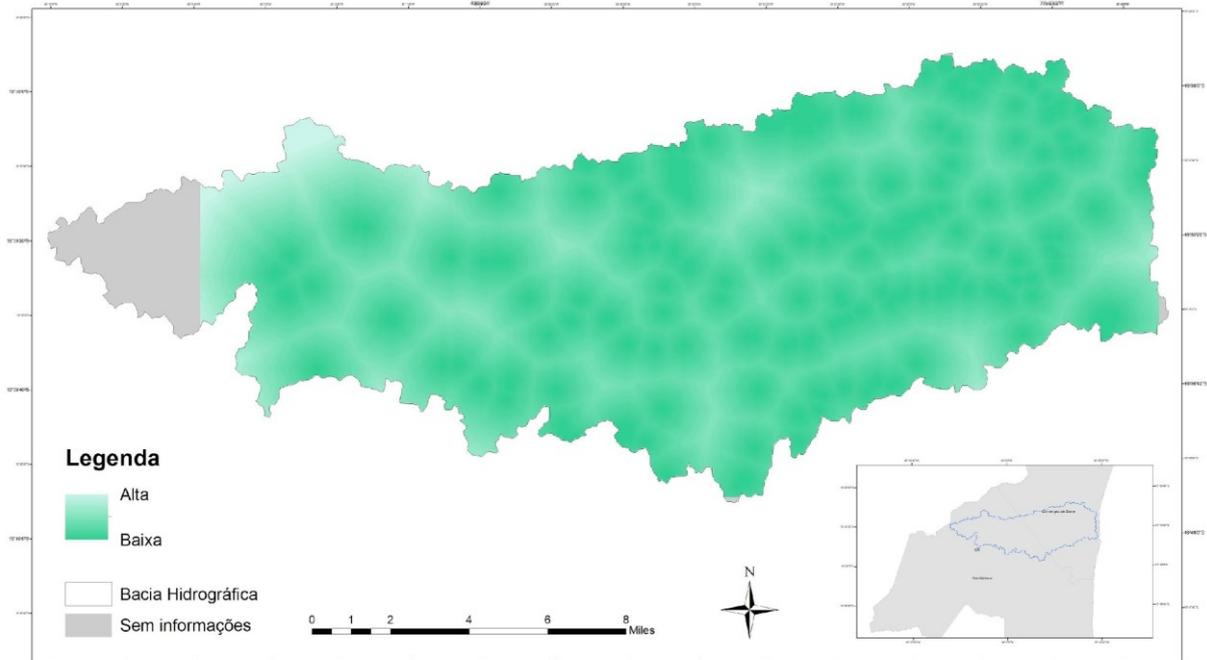
Classes de distância (m)	Nota
0-448	5
448-896	4
896-1344	3
1344-1792	2
1792-2240	1

Fonte: Autoria própria (2021)

Segundo Noss et al. (1997), fragmentos maiores e conectados são melhores para a conservação da biodiversidade, do que aqueles pequenos e isolados, isso porque os primeiros possuem maior capacidade de abrigo e número de espécies e populações, por isso, apresentam-se menos susceptível à extinção.

Portanto, neste trabalho, foi estabelecido o favorecimento da conexão entre os fragmentos, levando em consideração o tamanho destes, nos quais ocorrem áreas nucleares.

Figura 10 - Distância entre fragmentos com área nuclear



Fonte: Autoria própria (2021)

6.2.1.2 Proximidade à cobertura florestal

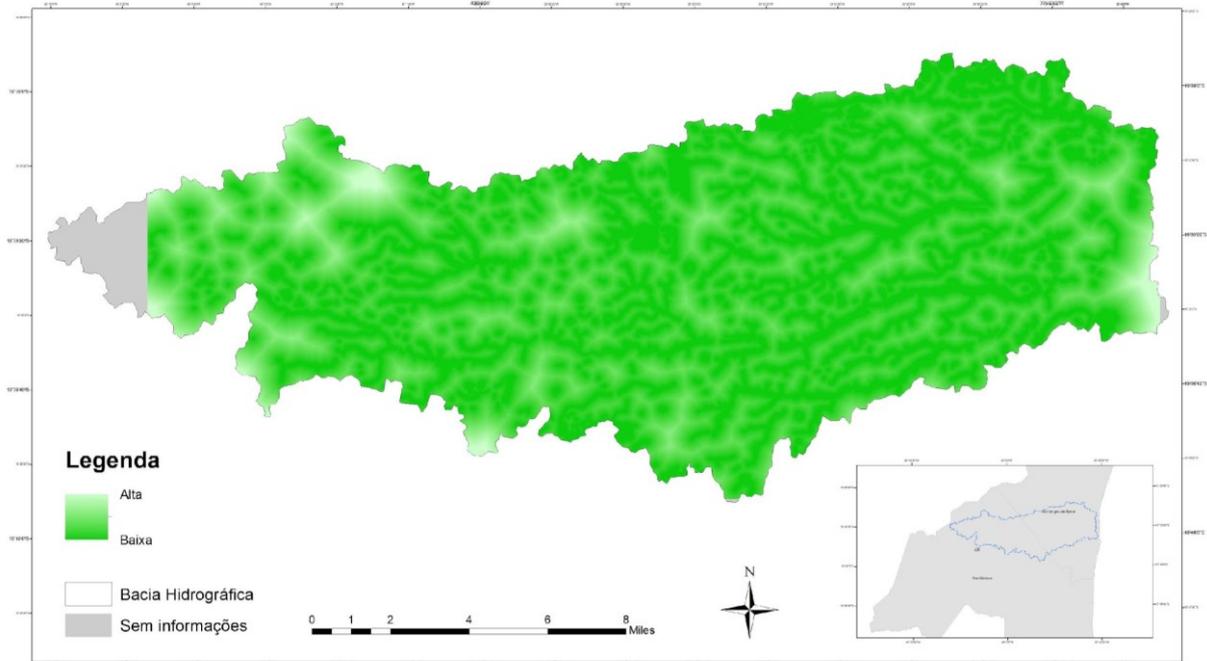
A distância entre os fragmentos de uma paisagem auxilia na caracterização de sua estrutura e de seu nível de fragmentação florestal (TURNER & GARDNER, 1990; YONG & MERRIAN, 1994).

A fragmentação florestal pode ocasionar inúmeros efeitos sobre a paisagem, como a alteração do tamanho e da dinâmica das populações, a composição e a dinâmica das comunidades, as interações tróficas e os processos ecossistêmicos (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009).

Bortoleto et al. (2016) afirma que áreas restauradas próximas a fragmentos florestais existentes recebem uma fonte de propágulos de espécies adaptadas as condições ambientais locais. O que contribui para que o incremento da estrutura interna de novos fragmentos seja alcançado em menos tempo, contribuindo para o restabelecimento da integridade natural da paisagem (ROY & TOMAR, 2000).

Visando a união destes fragmentos e, conseqüentemente a redução destes efeitos na paisagem, neste fator (Figura 11) foram atribuídas notas mais elevadas á áreas próximas de fragmentos de floresta nativa, independentemente do seu tamanho e/ou área nuclear (Tabela 4), visando aumentar a continuidade da vegetação natural, possibilitando assim um aumento na troca genética e na área disponível para os movimentos da fauna local (SARTORI, 2010).

Figura 11 - Distância entre fragmentos florestais de vegetação nativa



Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 4 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre fragmentos florestais

Classes de distância (m)	Nota
0-1070	5
1070 -2140	4
2140 -3210	3
3210-4280	2
4280 -5350	1

Fonte: Autoria própria (2021)

6.2.1.3 Proximidade da rede hidrográfica

As florestas ao longo dos corpos hídricos são de extrema importância, uma vez que trazem inúmeros benefícios ao ecossistema: protegem os recursos naturais bióticos e abióticos (DURIGAN & SILVEIRA, 1999); fornecem recursos para espécies que utilizam e necessitam dos corpos hídricos; atuam na manutenção da biodiversidade terrestre, pois funcionam como corredores ou áreas de habitat para diversas espécies de animais e plantas (METZGER, 2010), e contribuem para a dispersão vegetal, o que auxilia no incremento da qualidade de estrutura da paisagem (HARPER et al., 1992; FORMAN & COLLINGE, 1997).

Segundo Sartori (2010), a cobertura florestal é importante para a geração de qualidade de água em uma bacia independente de sua distância à rede de drenagem,

porém, geralmente essa importância cresce à medida que a distância para o corpo hídrico diminui.

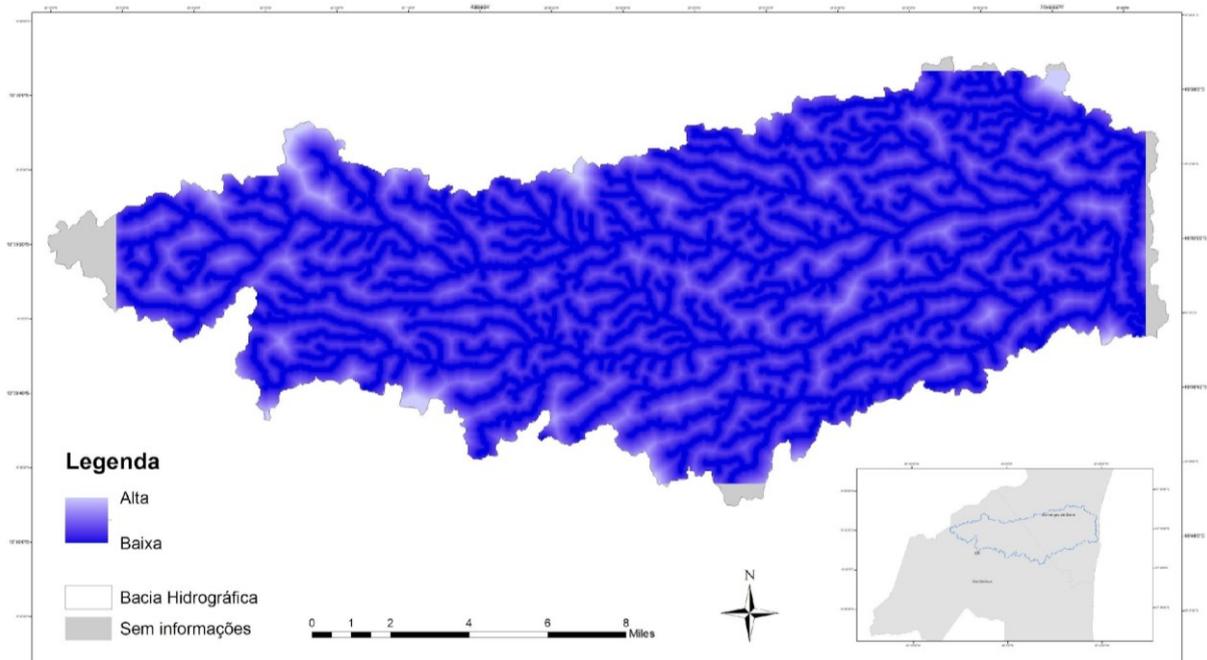
Para este fator (Figura 12), considerou-se uma maior nota para áreas próximas à rede hidrográfica da bacia (Tabela 5).

Tabela 5 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre a rede hidrográfica

Classes de distância (m)	Nota
0-380	5
380 -760	4
760 -1141	3
1141 -1521	2
1521 -1903	1

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 12 - Distância entre a rede hidrográfica da microbacia



Fonte: Autoria própria (2021)

6.2.1.4 Proximidade dos centros urbanos

Valente (2005) afirma que, para a manutenção da biodiversidade e sucesso nas ações de conservação é interessante que se priorize áreas distantes aos centros urbanos, uma vez que estas sofrem constante ameaça de redução de suas áreas por uso inadequado, risco de incêndios e expansão (GUTZWILLER E BARROW, 2003).

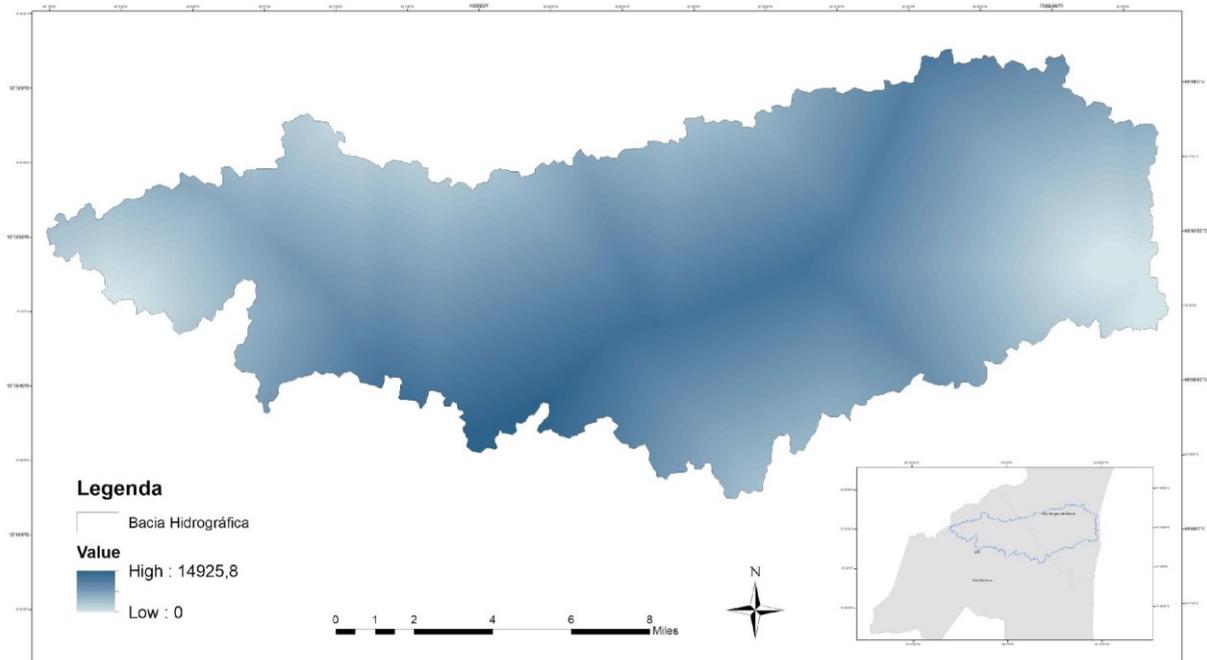
Portanto, para este fator (Figura 13) atribuiu-se as maiores notas (maior importância) para áreas mais distantes dos centros urbanos, como apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre os centros urbanos

Classes de distância (m)	Nota
0-2985	1
2985 -5970	2
5970 -8955	3
8955 -11940	4
11940 -15925	5

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 13 - Distância entre os centros urbanos na microbacia



Fonte: Autoria própria (2021)

6.2.1.5 Proximidade das unidades de conservação

As Unidades de Conservação (UCs) são definidas como espaços territoriais e seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, os quais são legalmente instituídos pelo Poder Público, e tem como objetivo principal a conservação (BRASIL, 2011).

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) as áreas protegidas no Brasil têm por objetivo a manutenção de condições naturais adequadas para a proteção da diversidade de ecossistemas existentes no país, incluindo a

proteção da diversidade genética, biológica e de espécies ameaçadas (BRASIL, 2000).

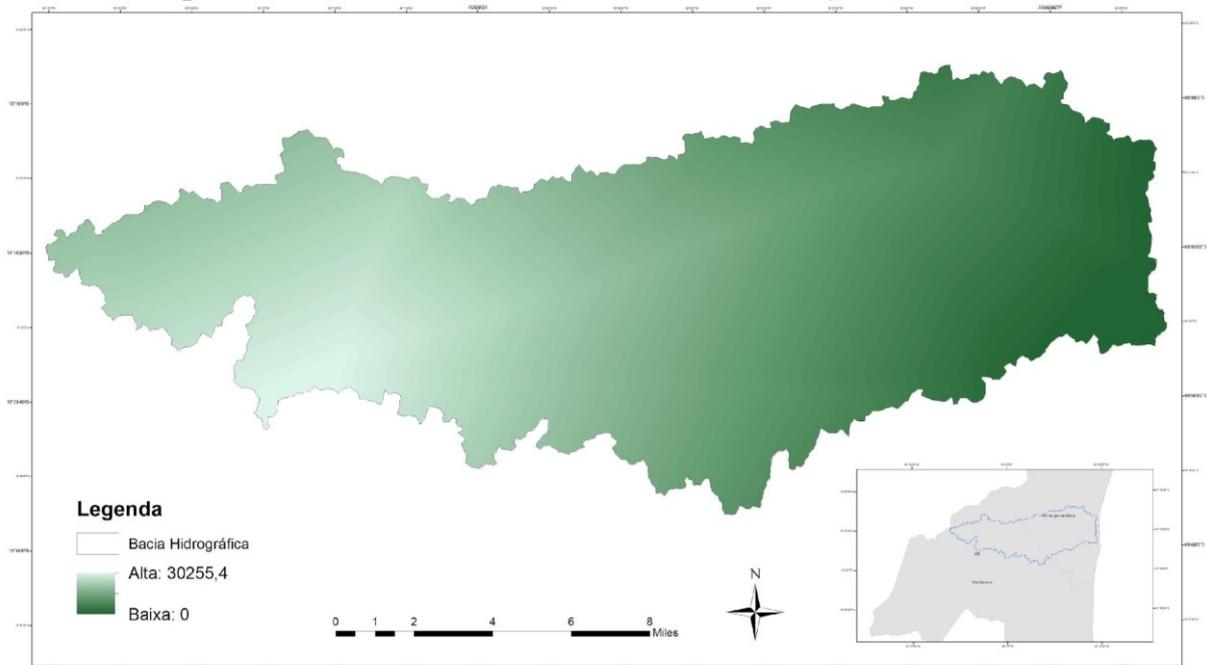
Visto isso, a conexão entre as Unidades de Conservação se torna interessante pensando na questão da transição da biodiversidade entre estas áreas. Para o fator em questão (Figura 14), atribuiu-se as maiores notas (maior importância) para áreas mais próximas das UCs, como apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Classes e notas estabelecidas para a proximidade entre as Unidades de Conservação

Classes de distância (m)	Nota
0-6051	5
6051 -12102	4
12102 -18153	3
18153 -24204	2
24204 -30255	1

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 14 - Distância entre as Unidades de Conservação na microbacia



Fonte: Autoria própria (2021).

6.2.1.6 Declividade

Sartori (2010) afirma que, para o sucesso das ações de conservação e preservação florestal, deve-se priorizar os locais com elevado potencial de erosão, que estão diretamente relacionados ao tipo de solo e à declividade, sendo os solos

presentes em terrenos com maior declividade, aqueles com maior índice de erodibilidade.

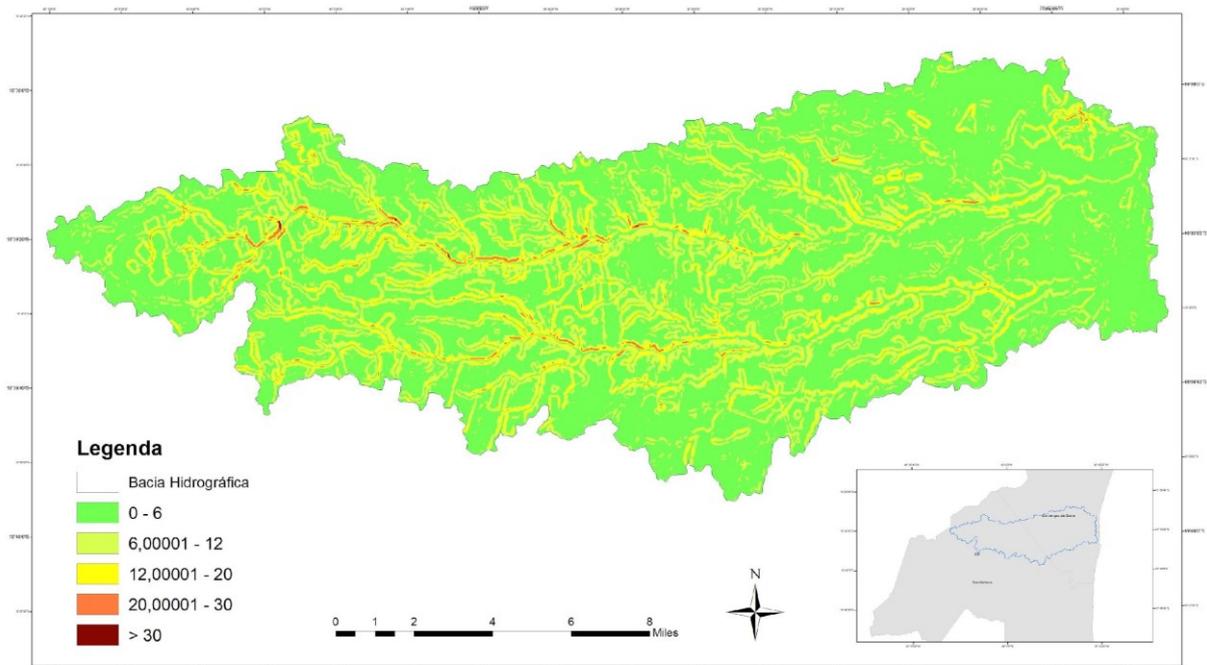
Por isso, no presente trabalho, foi atribuída maior importância para as áreas de maior altitude, como demonstrado na Tabela 6. O mapa de declividade (Figura 15) do terreno foi produzido a partir de um modelo digital de elevação (MDE) de uma imagem SRTM. As 5 classes utilizadas para representação do relevo foram: 0-6%; 6-12%; 12-20%; 20-30%; e acima de 30%.

Tabela 8 - Classes e notas estabelecidas para a o relevo da microbacia

Classes de relevo (%)	Nota
0-6	1
6 -12	2
12 -20	3
20 -30	4
>30	5

Fonte: Aatoria própria (2021)

Figura 15 - Mapa de declividade da microbacia hidrográfica



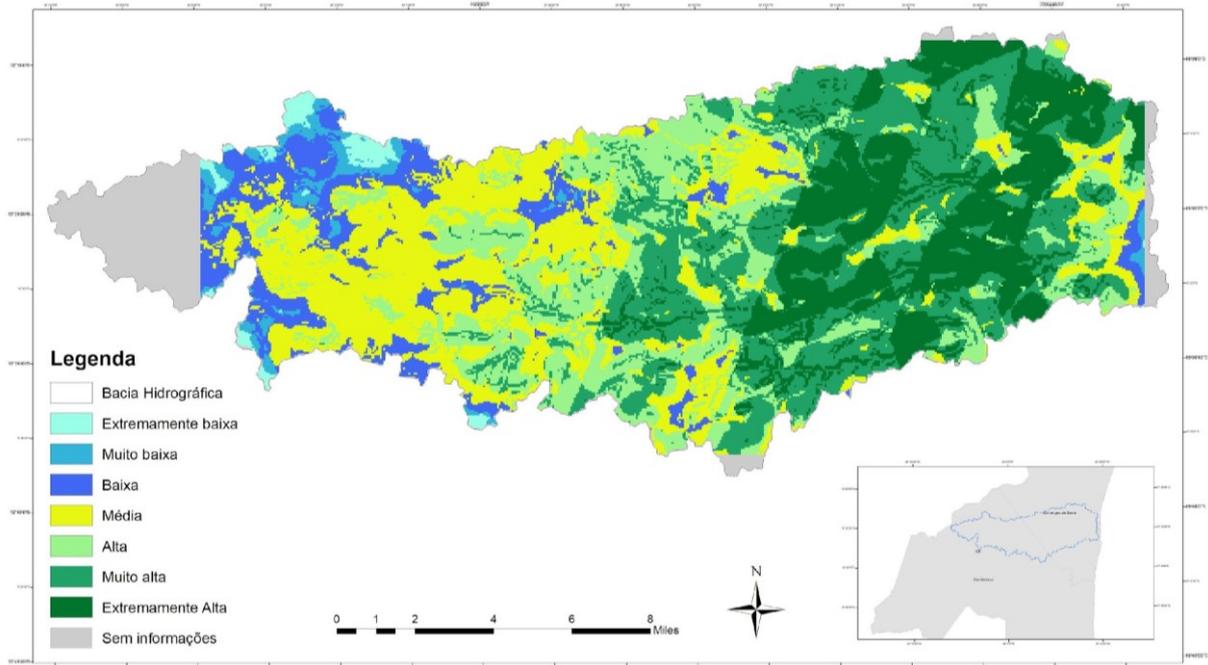
Fonte: Aatoria própria (2021).

6.3 Áreas prioritárias para conservação

A metodologia proposta de análise multicriterial possibilitou a geração de um mapa de áreas prioritárias para conservação e restauração (Figura 16), sendo um importante instrumento para tomada de decisão para ações de conservação na área da bacia estudada. O qual foi reclassificado nas categorias Extremamente Baixa,

Muito Baixa, Baixa, Média, Alta, Muito Alta e Extremamente Alta, em relação à priorização das áreas para conservação.

Figura 16 - Áreas prioritárias para restauração e conservação da biodiversidade, na microbacia de estudo



Fonte: Autoria própria (2021)

A partir deste mapa foi possível ter uma visão geral de como a paisagem da microbacia se comporta em termos de aptidão à implantação de estratégias de conservação, possibilitando a análise das áreas mais aptas e que merecem um estudo mais detalhado.

Da área total analisada, a classe prioritária de maior representatividade foi a Muito alta, com 22,87% da área total da microbacia (Tabela 8).

Tabela 9 - Classes de prioridade e suas respectivas áreas (ha e %), na microbacia analisada

Classe de prioridades	Área (ha)	Área (%)
Extremamente baixa	551,78	1,19
Muito Baixa	986,21	2,12
Baixa	3.830,70	8,24
Média	10.589,59	22,78
Alta	8.362,28	17,99
Muito Alta	10.628,89	22,87
Extremamente Alta	8.184,02	17,61
Sem informação	3.347,93	7,20

Fonte: Autoria própria (2021)

Isso indica que, na presente bacia, há inúmeras oportunidades de conexão quando consideramos os fatores atribuídos na análise.

A conservação e preservação de fragmentos maiores, assim como das áreas denominadas como Unidades de Conservação, promovem um incremento na biodiversidade da paisagem como um todo. E, para a expansão destas áreas, é interessante que haja uma conexão entre estes fragmentos (VALENTE, 2005).

No mapa de priorização é possível observar que os fatores Unidades de Conservação, Proximidade entre Fragmentos Florestais Nativos e entre Fragmentos com Área Nuclear, foram os mais representativos, pois as áreas classificadas como Extremamente Alta e Muito Alta encontram-se mais a leste da microbacia, onde há a presença das Unidades de Conservação de Conceição da Barra e dos fragmentos florestais, que se localizam em maior concentração nesta região.

Isso indica também a reflexão dos pesos atribuídos, uma vez que as áreas de centros urbanos se localizam na mesma região que as UCs, porém, receberam uma menor importância na hora do cálculo.

As maiores declividades e a proximidade aos fragmentos de floresta nativa foram fatores que indicaram áreas com maior prioridade, mesmo a declividade recebendo menor nota na análise de multicritérios. O que mostra que houve representação de todos os fatores analisados.

Na geração dos mapas, para os fatores “fragmentos florestais nativos” e “fragmentos com área nuclear”, foram extraídas da base da empresa X. apenas as informações existentes no perímetro da microbacia, o que, na hora de gerar as imagens *raster*, não possibilitou a cobertura total da área, deixando alguns espaços em branco no mapa, representadas como “Sem informações”.

Para evitar este problema, recomenda-se que as análises sejam feitas extrapolando o limite da área de análise, para posterior extração desta do *raster* final.

Esta falta de dados também acabou interferindo na priorização das áreas, pois como pode-se observar na Figura 16, as regiões de menor prioridade encontram-se próximas as bordas e locais onde não há registro de dados, porém, podem ocorrer fragmentos importantes que estejam fora do limite da bacia e que não foram considerados, reduzindo a credibilidade da informação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das condições específicas em que foi realizado o estudo e dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1) A Avaliação Multicritérios, em ambiente SIG, é adequada aos mapeamentos de áreas prioritárias à restauração e conservação em bacias hidrográficas, visando favorecer a conexão entre os fragmentos florestais;

2) Para utilização deste método deve-se ter um bom conhecimento da paisagem em questão, para que os fatores escolhidos e pesos atribuídos sejam coerentes com a realidade da paisagem;

3) Com a análise dos critérios pré-estabelecidos, foi possível definir áreas a serem priorizadas em ações e estratégias de conservação na microbacia estudada;

4) A metodologia utilizada se mostrou simples, operacional e flexível, podendo ser realizada com dados pré-existentes e replicada quaisquer áreas, além de ser passível de alterações caso haja necessidade de incluir ou remover variáveis.

REFERÊNCIAS

- AGERH, Agência Estadual de Recursos Hídricos. **Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus**. Espírito Santo, 2016. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Mapas/CBHs/S%C3%83O%20MATEUS.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- ALVES, D.S. Sistema de informação geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1. **Anais**. São Paulo: USP, Escola Politécnica, p.66-78. 1990.
- BEATTY et al. **Diretrizes de biodiversidade para avaliações de oportunidades de restauração de paisagens florestais**. Primeira edição. Gland, Suíça: UICN. v + 43pp, 2018.
- BORTOLETO, L. A. et al. Suitability index for restoration in landscapes: Na alternative proposal for restoration projects. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 724-735, 2016.
- Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil**. Variáveis geomorfométricas locais. São José dos Campos, 2008. <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>.
- BRASIL. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 15 nov. 2021.
- BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Casa Civil, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 15 nov. 2021.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 463, de 18 de dezembro de 2018**. Atualiza as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira ou Áreas Prioritárias para a Biodiversidade. Brasília: Casa Civil, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55881195/do1-2018-12-19-portaria-n-463-de-18-de-dezembro-de-2018-55880954. Acesso em: 15 nov. 2021.
- CEPEMAR. Serviços de consultoria em Meio Ambiente. **Plano de manejo do Parque Estadual de Itaúnas**, Vitória. 55p., 2004
- COLLINS, M.G.; STEINER, F.R.; RUSHMAN, M.J. Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements. **Environmental Management**, v.28, n.5. p.611-621, 2001.
- DE ALBUQUERQUE, L. B.; SÁ, F. N.; JORGE, C. L. Critérios teóricos para priorizar áreas de conservação da biodiversidade: uma síntese. **Multitemas**, p.121-141, 1998.

DE MORAES, L. F. D. et al. Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro. **Embrapa Agrobiologia-Livro Científico (ALICE)**, 2012.

DURIGAN, Giselda; SILVEIRA, ER da. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, v. 56, n. 1, p. 135-144, 1999.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology: Toward a Science of Landscape**. 2ª ed. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2006.

FONSECA, F. **Manual de restauração florestal: um instrumento de apoio à adequação ambiental de propriedades rurais do Pará**. Belém, PA: TNC, 2013.

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.

FORMAN, R.T.T.; COLLINGE, S.K. Nature conserved in changing landscapes with and whitouth spatial planning. **Landscape and Urban Planning**, v.37, p.129-135, 1997.

FRANKLIN, Alan B., NOON, Barry R., George, T. **Luke. What is habitat fragmentation?**. Studies in Avian Biology. V. 25: 20–29, 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2017-2018. **Relatório Técnico**. São Paulo, 2019.

GANN, G. D. et al. International principles and standards for the practice of ecological restoration. **Restoration Ecology**. 27 (S1): S1-S46., v. 27, n. S1, p. S1-S46, 2019.

GENELETTI, D. Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructure. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.5, p.1-15, 2004.

GEOBASES, Governo do Espírito Santo. **Área Efetivamente Urbanizada do ES**. Shapefile. 2010. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

GOODWIN, B. J. Is landscape connectivity a dependent or independent variable?. **Landscape Ecology**, 18: 687-699, 2003.

GUTZWILLER, K. J.; BARROW JUNIOR, W. C. Influences of orads and development on bird communities in protected Chihuahuan desert landscapes. **Biological Conservation**, v. 113, p.225-237, 2003.

HARPER, K. T.; SANDERSON, S. C.; MCARTHUR, E. D. Riparian ecology in tion National Park, Utah. USDA. Forest Service. **International Generation Technical Report**, n. 298, p. 32-42, 1992.

IIS, Instituto Internacional para Sustentabilidade. **Diretrizes para a Restauração de Paisagens Florestais na Mata Atlântica e Amazônia brasileiras**. Rio de Janeiro, 2020.

LAURANCE, William F.; VASCONCELOS, Heraldo L. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia brasiliensis**, 2009.

LIMA, A. R. et al. Impacts of eucalyptus monoculture on the agrarian structure in the northern and central regions of Espírito Santo. **Revista Nera**, n. 34, p. 12-36, 2017.

LIMA, C. N. D. **Conectividade estrutural e funcional da paisagem ripária dos rios Pitangui, São Jorge e São João, no Segundo Planalto Paranaense**. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Sociedade e Natureza) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2014.

MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. **Progress in Planning**, New York, n. 62, p. 3-65, 2004.

MCDONALD, T., G., G. D., JONSON, J., DIXON, K. W. International standards for the practice of ecological restoration - including principles and key concepts. **Society for Ecological Restoration**, Washington, D.C, 2016.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens?. **Biota neotrópica**, v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001.

METZGER, J.P. O Código Florestal tem base científica. **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2010.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília, 2000.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **O que são as Áreas Prioritárias?** 2019. Disponível em: <http://areasprioritarias.mma.gov.br/faqs>. Acesso em: 08 dez. 2021.

MOURA, A. C. M. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise multicritério. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, INPE, p.2899-2906, 2007.

NAVE, A. et al. Manual de restauração ecológica–técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia. Piracicaba: **Bioflora Tecnologia de Restauração**, 2015.

NOSS, R.F.; O'CONNEL, M.A.; MURPHY, D.D. **The science of conservation planning: habitat-based conservation under the endangered species**. Washington DC: Act. Island, p.154, 1997.

PIROVANI, D. B. **Fragmentação florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

ROY, P.S.; TOMAR, S. Biodiversity characterization at landscape level using geospatial modelling technique. **Biological Conservation**, v.95, p.95-109, 2000.

SANTOS, A. A. 2010. **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas de fragilidade ambiental no parque estadual da Serra do Rola Moça**. Monografia (Especialização em Geoprocessamento). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

SARTORI, A. A. D. C. **Análise multicritérios na definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu, 2010.

SRBEK-ARAUJO, A. C.; KIERULFF, M. C. M. Mamíferos de médio e grande porte das florestas de Tabuleiro do norte do Espírito Santo: grupos funcionais e principais ameaças. **Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale**, p. 469-480, 2016.

TEMPLE, S.A. **Predicting impacts of habitat fragmentation on forest birds: A comparison of two models**. 1986.

TURNER, M. G. et al. **Landscape ecology in theory and practice**. New York: Springer-Verlag, 2001.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer Verlag, 1990, 536p.

VALENTE R.O.A. **Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP, Piracicaba, 2005.

VALENTE R.O.A., VETTORAZZI C.A. Definition of priority areas for forest conservation through the Ordered Averaging Method. **Forest Ecology and Management**, p.1408-17, 2008.

WWF-Brasil (World Wide Fund For Nature). **Restauração Ecológica no Brasil: Desafios e Oportunidades. Relatório**. 2017.

Yong, A. G.; MERRIAM, H. G. Effects of forest fragmentation on the spatial genetic structure of *Acer saccharum* Marsh. (sugar maple) population. **Heredity**, v.1, p.277-289, 1994.