

CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ

ALAN CALDEIRA DE OLIVEIRA

**STATUS DE PROTEÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO: OS REMANESCENTES INSERIDOS EM UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO**

Rio de Janeiro

2023

ALAN CALDEIRA DE OLIVEIRA

STATUS DE PROTEÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO: OS REMANESCENTES
INSERIDOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Projeto de pesquisa apresentado para a
Disciplina de TCC II, sob a orientação do
prof. Daniel Medina.

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

Esta pesquisa aborda a situação da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, enfocando os desafios decorrentes da expansão humana e atividades antrópicas. Originalmente ocupando 15% do território brasileiro, a Mata Atlântica foi reduzida para 12,4%, sendo o Rio de Janeiro um ponto crítico dessa transformação, com apenas 21% da cobertura florestal original. Urbanização, desmatamento e outras atividades humanas impulsionam essa fragmentação, afetando a biodiversidade, serviços ecossistêmicos e o bem-estar da população. O objetivo foi avaliar o status de proteção dos remanescentes de Mata Atlântica no interior das Unidades de Conservação (UC) no estado do Rio de Janeiro em 2021. A área de estudo abrange o estado do Rio de Janeiro, notável por sua diversidade climática e significativa presença de remanescentes. O trabalho consistiu em quatro fases: aquisição e processamento de dados georreferenciados, mapeamento do uso do solo em UC, análise dos fragmentos florestais por classes de tamanho e avaliação da estrutura da paisagem. Os resultados destacam que as áreas de Uso Sustentável (US) dominam em território as UC, principalmente para agricultura, enquanto as de Proteção Integral (PI) exibem maior cobertura de florestas naturais. UC municipais, abrangem maior território, têm menor cobertura de áreas naturais em comparação com as demais esferas, sendo ocupadas principalmente por agropecuária. A esfera federal lidera em cobertura vegetal natural, indicando a necessidade de estratégias diferenciadas de gestão nas diferentes esferas. A análise dos fragmentos florestais revela predominância na quantidade de fragmentos abaixo de 100 hectares, porém, representando 11,23% da cobertura florestal total. A análise do Índice de Ecologia da Paisagem evidencia maior fragmentação, especialmente em UC de US e na esfera Municipal. A preservação de fragmentos menores é crucial para reduzir isolamento e promover conexões ecológicas. A importância das UC na preservação ambiental é ressaltada, sugerindo a adoção de critérios de conservação no repasse de recursos para estimular investimentos.

Palavras-Chave: Ecologia de paisagem; Unidades de Conservação; Conservação.

ABSTRACT

This research addresses the situation of the Atlantic Forest in the state of Rio de Janeiro, focusing on the challenges arising from human expansion and anthropogenic activities. Originally covering 15% of the Brazilian territory, the Atlantic Forest has been reduced to 12.4%, with Rio de Janeiro being a critical point in this transformation, having only 21% of the original forest cover. Urbanization, deforestation, and other human activities drive this fragmentation, affecting biodiversity, ecosystem services, and the well-being of the population. The objective was to assess the protection status of Atlantic Forest remnants within Conservation Units (UC) in the state of Rio de Janeiro in 2021. The study area encompasses the state of Rio de Janeiro, notable for its climatic diversity and significant presence of remnants. The work consisted of four phases: acquisition and processing of georeferenced data, mapping of land use in UCs, analysis of forest fragments by size classes, and evaluation of landscape structure. The results highlight that Sustainable Use (US) areas dominate the UC territory, mainly for agriculture, while Strict Protection (PI) areas exhibit a higher coverage of natural forests. Municipal UCs, covering a larger territory, have lower coverage of natural areas compared to other spheres, primarily occupied by agriculture. The federal sphere leads in natural vegetation coverage, indicating the need for differentiated management strategies in different spheres. The analysis of forest fragments reveals a predominance of fragments below 100 hectares, representing 11.23% of the total forest cover. The Landscape Ecology Index analysis shows greater fragmentation, especially in US UCs and at the municipal level. Preserving smaller fragments is crucial to reduce isolation and promote ecological connections. The importance of UCs in environmental preservation is emphasized, suggesting the adoption of conservation criteria in resource allocation to encourage investments.

Keywords: Landscape ecology; Conservation Units; Conservation.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais desempenham um papel crucial no ciclo global de carbono e abrigam cerca de metade das espécies do mundo (Wright, 2005; Myers et al., 2003), proporcionando serviços ecossistêmicos e socioeconômicos essenciais (Alarcon et al., 2016; Lemgruber et al., 2021). Compreender os processos ecológicos e os impactos humanos nas florestas tropicais é vital, especialmente em face das mudanças climáticas globais e da exploração de recursos naturais (Wright, 2005).

Nesse contexto, a Mata Atlântica abriga cerca de 70% da população brasileira e fornece água para aproximadamente 60% dela, abrangendo 17 estados brasileiros (SOS Mata Atlântica, 2020). Embora tenha originalmente coberto 15% do território brasileiro, hoje restam apenas 12,4% de sua área em bom estado de conservação, devido à intervenção humana (SOS Mata Atlântica, 2020). Apesar da degradação, a Mata Atlântica abriga uma rica biodiversidade, sendo reconhecida como um dos 25 hotspots mundiais (Myers et al., 2000), desempenhando um papel vital na vida e no abastecimento de água para a população brasileira (SOS Mata Atlântica, 2020). Ela é formada por vários tipos de ecossistemas associados como estabelecido no art. 2º da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006,

“contempla a configuração original das seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; campos de altitude; áreas das formações pioneiras, conhecidas como manguezais, restingas, campos salinos e áreas aluviais; refúgios vegetacionais; áreas de tensão ecológica; brejos interioranos e encraves florestais, representados por disjunções de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual; áreas de estepe, savana e savana-estépica; e vegetação nativa das ilhas costeiras e oceânicas” (Brasil, 2006).

A Mata Atlântica originalmente ocupava cerca de 1.315.460 km², correspondendo a 15% do território brasileiro, similar à Floresta Amazônica (SOS Mata Atlântica, 2021; Campanili e Schäffer, 2010). Atualmente, o bioma está reduzido a 12,4%, considerando apenas remanescentes acima de 3 hectares em

bom estado (SOS Mata Atlântica, 2021). O IBGE, conforme o Decreto 6600 de 2008, organizou a área de abrangência da Mata Atlântica, reconhecida como um dos biomas mais biodiversos e ricos em espécies endêmicas globalmente. A situação fragmentada da Mata Atlântica brasileira exemplifica os impactos do desmatamento, indicando possíveis cenários para florestas tropicais (Joly et. al, 2014; Cruz et. al, 2007).

Apesar da devastação, a Mata Atlântica, conforme o Ministério do Meio Ambiente (2010), abriga uma vasta diversidade de flora e fauna no Brasil. Listada como um dos 25 hotspots mundiais, hospeda cerca de 20 mil espécies vegetais, incluindo 8 mil endêmicas, correspondendo a 2,7% das plantas no mundo (Myers et al, 2000; Campanili e Schäffer, 2010). Quanto à fauna, inclui milhares espécies, com cerca de 60% dela ameaçada de extinção devido à fragmentação florestal (Ministério do Meio Ambiente, 2010; Zanini et. al, 2020). A Mata Atlântica, com sua biodiversidade e importância para a população brasileira, é um bioma único, contribuindo para a compreensão da história evolutiva e ecologia das florestas tropicais e seus serviços ecossistêmicos (Rosa et. al, 2021; Joly et. al, 2014).

O estado do Rio de Janeiro é o terceiro com maior cobertura relativa da Mata Atlântica no Brasil, superado apenas pelos estados do Piauí e Santa Catarina (Fundação SOS Mata Atlântica 2021). Apresenta uma das maiores diversidades biológicas do bioma, caracterizada por formações geográficas variadas, como campos de altitude, restingas, lagoas, florestas, submontana, montana, alto-montana e mangues, além de uma abundância de espécies, incluindo endêmicas (Veloso & Goes Filho, 1982; Costa et al. 2009). Inicialmente, 97% do território fluminense era coberto por mata nativa, mas atualmente apenas 21% da cobertura florestal original permanece (Fundação SOS Mata Atlântica 2021).

Na busca por desenvolvimento e recursos naturais, a atividade humana tem causado degradação ambiental, especialmente na Mata Atlântica (Reis, 1999; Guedes & Seehusen, 2011; Campanili, & Schäffer, 2010). O histórico de degradação do bioma destaca a importância da recuperação de áreas alteradas (Zanini et. al, 2020). O uso dos recursos naturais de forma insustentável, a urbanização e exploração intensiva, acúmulo de resíduos sólidos e o consumo excessivo da água vem ocorrendo desde a colonização europeia no Brasil,

reflexo este, visto nas paisagens desmatadas na Mata Atlântica (Francisco; Matias, 2021; Ministério do Meio Ambiente, 2002). O início da exploração começou próxima à região litorânea brasileira, com a exploração de matéria-prima do pau-brasil, posteriormente com novas etapas de exploração como a cana-de-açúcar, o café, as indústrias e, posteriormente, a urbanização (SOS Mata Atlântica, 2002).

A região da Mata Atlântica é caracterizada pela concentração das grandes cidades, que servem de palco para silviculturas e grandes indústrias, agindo como um gatilho para a degradação dos ecossistemas associados ao bioma, que elevam a fragmentação dos remanescentes e perda da biodiversidade (Ministério do Meio Ambiente, 2002; Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2002).

Das ações do homem que mais atingem as matas nativas, as atividades rurais estão no topo da lista de modificações do uso de terras. Portanto, entre os anos de 1980 e 2012, estas atividades contribuíram para o desmatamento de mais de 100 milhões de hectares de florestas tropicais e subtropicais (Rosa et. al, 2021), ocupando aproximadamente 37% da superfície terrestre sem gelo (Brancaion et. al, 2019), contribuindo assim, para um aumento de projetos de restauração e reflorestamento ambiental no mundo todo (Rosa et. al, 2021).

Nesse caso, a manutenção dos serviços ecossistêmicos está ligada diretamente ao desenvolvimento da sociedade e a qualidade ambiental, agindo como base para quase todos os instrumentos de caráter produtivo e de desenvolvimento social, influenciando nas condições do bem-estar dos habitantes, que se mostra interdependente com as florestas. Há, assim, um grau de importância nas decisões que os governos Municipal, Estadual e Federal tomam na gestão da biodiversidade e uso sustentável dos serviços que são oferecidos (Bergallo, 2009; Lemgruber et. al, 2021).

Guedes e Seehusen (2011) enfatizam que, dentro das áreas rurais privadas, é necessário a implementação de projetos de recuperação e enriquecimento ambiental em regiões de mata nativa, a fim de promover a proteção, expansão e conexão dos remanescentes de Mata Atlântica, de modo que sejam realizados em conjunto com atividades do uso do solo mais harmônicas com a segurança da biodiversidade. Infelizmente a caça e extração ilegal de recursos naturais vêm ocorrendo dentro das Unidades de Conservação

(UC) e outras áreas protegidas, devido às divergências dos proprietários de áreas privadas com as leis ambientais (Bergallo, 2009), prejudicando o bioma, que contém cerca de 90% da cobertura vegetal nativa remanescente, dentro de áreas privadas (Rosa et. al, 2021).

Existem maneiras de melhorar o uso de terras em regiões de matas nativas com projetos de conservação, como é o caso do fundo de restauração do bioma mata atlântica, Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, art. 38º,

“Serão beneficiados com recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica os projetos que envolvam conservação de remanescentes de vegetação nativa, pesquisa científica ou áreas a serem restauradas, implementados em Municípios que possuam plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica, devidamente aprovado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente” (Brasil, 2006).

A redução das florestas nativas mais antigas implica no sucesso da conservação da biodiversidade e, nas reservas dos serviços ecossistêmicos gerados pela Mata Atlântica, de modo que, muitos organismos que dependem de um ambiente mais conservado, com maior biodiversidade e com presença de florestas mais antigas, acabam não conseguindo reocupá-las, contribuindo também, para o desmatamento das coberturas florestais nativas mais recentes (Rosa et. al, 2021).

Com grande parte do bioma sob pressão antrópica, cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos que asseguram o bem-estar humano, foram reduzidos. Conseqüentemente a população humana foi impactada pelo desaparecimento das florestas, na qual revelou uma relação socioambiental interdependente, com necessidade de redução dos impactos ambientais, promoção da proteção e, recuperação das regiões suprimidas por degradação ambiental, para garantir o uso sustentável e consciente dos serviços disponibilizados pela Mata Atlântica (Lemgruber et. al, 2021; Guedes & Seehusen, 2011; Tabarelli, 2010).

Nesse contexto, as áreas protegidas têm um papel fundamental na redução dos impactos antrópicos, na proteção e manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais e culturais por intermédio de instrumentos legais (IUCN, 1994). Essas áreas, também chamadas de Unidades de Conservação, no Brasil, são instrumentos de conservação importantes para integridade dos serviços

ecossistêmicos gerados pelas florestas, diversidade biológica e recursos tradicionais usuais para sobrevivência (Lovejoy, 2006; Ervin, 2003).

Apesar de todo histórico de degradação por utilização dos recursos naturais, os serviços ecossistêmicos podem ser utilizados, desde que utilizado de maneira sustentável, assim como é ressaltado pela lei da Mata Atlântica, em seu art. 7º, inciso I e 2 (Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006) diz que ela poderá ser utilizada e protegida, desde que mantenham:

I – *“a manutenção e a recuperação da biodiversidade, vegetação, fauna e regime hídrico do Bioma Mata Atlântica para as presentes e futuras gerações;”* (Art. 7º, Brasil, 2006).

II – *“o estímulo à pesquisa, à difusão de tecnologias de manejo sustentável da vegetação e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de recuperação e manutenção dos ecossistemas;”* (Brasil, 2006).

Ademais, ainda enfrentamos um grande problema, levando em conta os planos e ações tomadas pelos administradores públicos (Pinto et. al, 2006; Reis, 1999; Tabarelli et. al, 2005) que acabam por não tornar projetos políticos em ações. Nesse sentido, a esfera municipal possui um papel imprescindível, já que é a esfera mais adequada para tomada de decisões quando o assunto envolve processos burocráticos, democráticos e atividades ambientais, onde se tem o dever de diminuir os impactos e fragmentação dos remanescentes florestais em escalas locais (Bergallo, 2009).

Nesta ocasião, o poder público é responsável por determinar e coagir a recuperação ambiental de áreas degradadas, permitir a fiscalização, pesquisas, projetos de educação ambiental, estabelecer limites para ocupação de terras, uso dos serviços ecossistêmicos, entre outros. Por outro lado, no Brasil, os mesmos órgãos autoritários, que tem o poder de determinar projetos ambientais, não distribuem igualmente os direitos prestados, promovendo uma desigualdade social, onde o círculo social que possui maior poder de decisão acaba determinando as transformações ambientais (Lima, 2004).

No estado do Rio de Janeiro, os remanescentes florestais com áreas mais abrangentes territorialmente estão inseridos, em geral, quase totalmente sob domínio da esfera estadual e federal. Já as Unidades de conservação com menor área, instigam desafios relacionados à conservação, pois grande parte

estão concentradas próximas às áreas urbanas (Clare, Gonçalves e Medeiros, 2012).

A conservação da biodiversidade é uma preocupação global, e o estabelecimento e proteção das Unidades de Conservação desempenham um papel fundamental na proteção dos ecossistemas naturais e da diversidade de espécies. No entanto, a eficácia dessas áreas protegidas depende, em grande parte, da análise detalhada de seus tamanhos e da quantidade de fragmentos florestais presentes em cada categoria. Uma análise abrangente desses dados revela informações essenciais sobre o estado das Unidades de Conservação e orienta a implementação de estratégias de manejo e conservação.

Assim, os dados dos status de proteção e fragmentação da Mata Atlântica até o ano de 2021, no estado do Rio de Janeiro, irão promover a relevância de projetos de conservação, implementação de práticas agrícolas sustentáveis e recuperação de áreas degradadas, fornecendo suporte para fortalecer a legislação que a protege e, na implementação de políticas públicas voltadas para estas ações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Unidades de Conservação

A degradação do meio ambiente que ocorreu ao longo dos anos no mundo inteiro, deu alerta para a criação de diretrizes na conservação de áreas naturais (Lopes, 2013). A partir de pensamentos conservacionistas nos Estados Unidos, na primeira metade do século XIX, a origem da primeira área protegida no mundo foi o Parque Natural Yellowstone, ocorrida na segunda metade do século XIX (Diegues, 1996).

Ao longo dos anos, o papel das áreas protegidas na sociedade passou por transformações significativas. Esses espaços surgiram como resposta cultural às ameaças enfrentadas pela beleza da natureza, sua rica flora e fauna e suas paisagens deslumbrantes. No entanto, com o crescimento da população humana, o impacto sobre os recursos naturais do planeta aumentou dramaticamente. Atualmente, essas áreas protegidas desempenham um papel ainda mais crítico, pois se tornaram instrumentos fundamentais na preservação dos serviços ecossistêmicos. Esses serviços representam benefícios valiosos

que os ambientes naturais bem conservados oferecem às sociedades humanas. Isso inclui a proteção de fontes de água, a conservação dos solos e a atenuação dos impactos das mudanças climáticas em curso. Portanto, essas áreas desempenham um papel vital na manutenção do equilíbrio ambiental e na garantia de um futuro sustentável para as gerações futuras (Fonseca, Lamas & Kasecker, 2010).

O primeiro grande conceito de Unidades de Conservação era mais dinâmico do que a atual visão de equilíbrio natural, veio de uma analogia com ilhas isoladas, referente ao distanciamento do homem da natureza, permitindo a criação de espaços isolados com o propósito na apreciação, visitação, e como forma de escapar da vida estressante das cidades da época, servindo também, de abrigo para a vida selvagem (Diegues, 1996).

No Brasil, o conceito de Unidades de Conservação vem sendo realizada desde o século XX, simbolizando tipologias e categorias distintas (Medeiros, 2006). O código Civil de 1916 deu início na criação dos decretos de proteção ambiental no Brasil, resultando nas posteriores leis de conservação e preservação ambiental. A partir deste código, a Constituição de 1934 intitula a natureza como patrimônio nacional a se preservar, e começa a criar áreas protegidas dos principais ecossistemas do Brasil (Medeiros, 2006), que por conseguinte, em 1937, foi realizada a criação da primeira Unidade de Conservação do Brasil, o Parque Nacional do Itatiaia (Diegues, 1996).

Para Medeiros (2006), Unidades de conservação são áreas protegidas que são regradas quanto ao uso e obtenção dos recursos naturais, com o intuito na preservação da diversidade biológica, beleza cênica e tradições culturais.

Com a criação dos novos parques nacionais no Brasil, foram criadas categorias para essas Unidades de Conservação, como Reservas Biológicas e Reservas extrativistas, para tanto, discussões foram promovidas a fim de criar um sistema nacional que pudesse gerenciar leis para proteção das Unidades de Conservação (Diegues, 1996), até que foi originada no ano 2000, a Lei nº. 9.985 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, o SNUC.

Segundo o Art. 1º da lei nº. 9.985 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, Unidade de Conservação pode ser definida como:

“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).

O SNUC divide as Unidades de Conservação em dois grupos, são elas: Proteção Integral (PI), onde tem por objetivo: a preservação da natureza sem o uso dos recursos naturais de forma direta; e Uso Sustentável (US), com objetivo: na conservação da natureza, com a utilização dos recursos naturais de forma sustentável (Brasil, 2000).

Proteção Integral	Uso Sustentável
Parque Nacional	Área de Relevante Interesse Ecológico
Monumento Natural	Área de Proteção Ambiental
Refúgio de Vida Silvestre	Reserva Extrativista
Reserva Biológica	Reserva de Fauna
Estação Ecológica	Floresta Nacional
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	Reserva Particular do Patrimônio Natural

Quadro 1: Divisão dos grupos de Unidades de Conservação

Fonte: Lei nº. 9.985, 18 de julho de 2000.

A escassez de financiamento é um dos maiores problemas observados pelas Unidades de Conservação, levando em consideração os baixos subsídios nos países em desenvolvimento. No Brasil, assuntos mais sensíveis socialmente, como a pobreza, acabam sendo prioritários nesse aspecto, adiando temas como a conservação ambiental (SEMEIA, 2014).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é verificar o status de proteção dos remanescentes de Mata Atlântica, inseridos dentro de unidades de conservação no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2021.

3.2. Objetivos específicos:

- Analisar o uso e cobertura do solo inserido nas Unidades de Conservação;
- Verificar o status de proteção dos remanescentes de Mata Atlântica inseridos em Unidades de Conservação;
- Avaliar as métricas de paisagens no interior das Unidades de Conservação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O estado do Rio de Janeiro é um dos menores estados do Brasil, ocupando aproximadamente 43.864,3 km² de extensão, onde está dividido em 92 municípios (Plano estadual de saúde, 2016), apresentando uma população estimada de 16.054.524 habitantes (IBGE, 2022).

Sua localização se encontra à sudeste da região sudeste do Brasil, com seus limites geográficos embarreirados com os estados do Espírito Santo, São Paulo, Minas Gerais e pelo Oceano Atlântico (CEPERJ, 2017). Dependendo da região, seu clima é tropical a tropical de altitude, e influenciado diretamente pela

sua aproximação ao oceano e, de uma cadeia de montanhas que dividem o estado, de modo a ocorrer áreas úmidas e semiúmidas (Fundação SOS Mata Atlântica, 2015).

Seu território está inserido inteiramente no bioma Mata Atlântica, e seu cenário é formado por inclinações desde o seu interior até suas regiões litorâneas.

Atualmente, a Mata Atlântica no estado é reconhecida por seus remanescentes de florestas ombrófilas densa, mista e aberta, possuindo também outros ecossistemas relacionados como formações naturais não florestais, manguezais, campos de altitude e restingas (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2017).

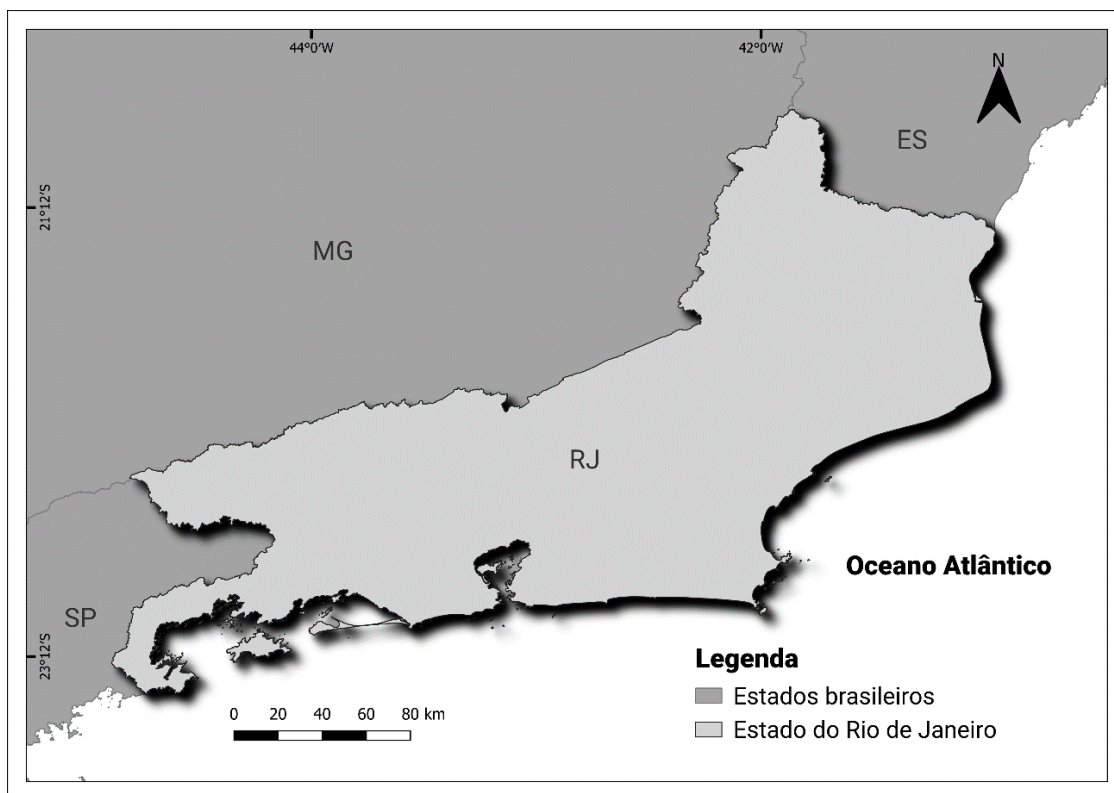


Figura 1. Localização do estado do Rio de Janeiro.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Base de dados

O trabalho foi desenvolvido em 4 etapas: I – aquisição e tratamento das informações georreferenciadas do uso e cobertura do solo e das unidades de conservação; II – mapeamento do uso e cobertura do solo no interior das

Unidades de Conservação; III – análise dos fragmentos florestais por classes de tamanho; IV – análise quantitativa da estrutura da paisagem.

Para realizar o levantamento do uso e cobertura do solo em função das áreas protegidas, foram utilizadas as informações de uso e ocupação do solo disponibilizadas na Coleção 7.1 do MapBiomas (<https://mapbiomas.org/o-projeto>), que está associada ao ano de 2021. Os dados contêm a resolução espacial de 30m e resolução temporal anual. O uso e cobertura do solo do MapBiomas são produzidos através de imagens satélite Landsat, na classificação de pixel a pixel. A fim de conseguir um arquivo em formato Raster para o manuseio dos dados, a classificação dos algoritmos foi realizada na plataforma Google Earth Engine, na qual oferece poder de processamento em nuvem.

Os dados das Unidades de Conservação foram adquiridos nos seguintes bancos de dados: Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) com a colaboração do órgão ambientais gestores federal, estadual e municipal; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), também vinculado ao MMA e no Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão do Governo do Estado do Rio de Janeiro, vinculado à Secretaria Estadual do Meio Ambiente, responsável pela gestão das unidade de conservação estadual e catalogação das municipais. Nessa ocasião, os dados das unidades de conservação foram analisados em função do ano de 2021, compatível com o mesmo ano dos dados obtidos do uso e cobertura do solo disponibilizado pela coleção 7.1 do Mapbiomas.

Também foi avaliado o uso e cobertura do solo no interior das áreas protegidas, levando em consideração o grupo, categoria e esfera governamental, identificando os fragmentos florestais no interior e próximas as Unidades de Conservação.

4.2.2. Análise dos dados

Com base nos dados disponibilizados pelas instituições citadas, foi elaborado um banco de dados geográficos a partir das projeções cartográficas originais, modificadas para o SRC da camada de Projeção equivalente de Albers,

aplicado para o estado do Rio de Janeiro, a fim de reduzir distorções e preservar áreas. As informações continham dados em formato raster e vetorial, na qual foram analisadas e manipuladas no software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) gratuito QGIS versão 3.30.3-'s-Hertogenbosch. Segundo Medeiros, (1999), metodologias tecnológicas como ferramentas de geoprocessamento SIG, auxiliam na análise de dados em conjunto com outras fontes coletadas, formando banco de dados disponíveis para melhor estudo de dados espaciais.

As classes de uso e ocupação do solo, inicialmente disponibilizadas na Coleção 7.1 do MapBiomias, foram agrupadas de acordo com o tipo e origem (Quadro 1). Dessa maneira, neste trabalho, foram utilizadas as seguintes classes: Formações naturais florestadas (FF); Formações naturais não florestadas (FNF); Agropecuária (AG); Praias e Dunas (PD); Área não vegetada (ANV); Corpo hídrico (CH). As análises espaciais também foram realizadas no software QGIS, a fim de verificar as interseções entre as UC e os fragmentos de áreas naturais florestadas e não florestadas.

Tabela 1. Agrupamento das classes de uso e cobertura do solo da coleção 7.1 do MapBiomias.

COLEÇÃO 7 - CLASSES	Nova Classe
1. Floresta	Formação Natural Florestal
1.1. Formação Florestal	Formação Natural Florestal
1.2. Formação Savânica	Formação Natural Florestal
1.3. Mangue	Formação Natural Florestal
1.5. Restinga Arborizada	Formação Natural Florestal
2. Formação Natural não Florestal	Formação Natural não Florestada
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	Formação Natural não Florestada
2.2. Formação Campestre	Formação Natural não Florestada
2.3. Apicum	Formação Natural não Florestada
2.4. Afloramento Rochoso	Formação Natural não Florestada
2.5. Restinga Herbácea	Formação Natural não Florestada
2.6. Outras Formações não Florestais	Formação Natural não Florestada
3. Agropecuária	Agropecuária
3.1. Pastagem	Agropecuária
3.2. Agricultura	Agropecuária
3.2.1 Lavoura Temporária	Agropecuária
3.2.1.1. Soja	Agropecuária
3.2.1.2. Cana	Agropecuária
3.2.1.3. Arroz	Agropecuária

3.2.1.4. Algodão (beta)	Agropecuária
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	Agropecuária
3.2.2. Lavoura Perene	Agropecuária
3.2.2.1. Café	Agropecuária
3.2.2.2. Citrus	Agropecuária
3.2.1.3. Outras Lavouras Perenes	Agropecuária
3.3. Silvicultura (monocultura)	Agropecuária
3.4. Mosaico de Usos	Agropecuária
4. Área não Vegetada	Área não Vegetada
4.1. Área Urbanizada	Área não Vegetada
4.2. Mineração	Área não Vegetada
4.3. Outras Áreas não Vegetadas	Área não Vegetada
5. Praias e Dunas	Praias e Dunas
6. Corpo Hídrico	Corpo Hídrico

Diante do método estabelecido, as informações vetoriais das Unidades de Conservação foram separadas em grupo de manejo, categoria e esfera governamental, e posteriormente dissolvidas para serem usadas como camada máscara do recorte junto ao arquivo de uso e cobertura do solo em formato Raster, a fim de obter as informações do uso e cobertura do solo e das métricas de paisagem no interior dessas áreas protegidas. Essa dissolução se fez necessária, pois os polígonos das UC estavam sobrepostos uns aos outros, ocorrendo erros de topologia na tentativa do recorte com o uso e cobertura do solo.

Após a separação dos arquivos vetoriais, foram recortados e convertidos para Raster, na resolução espacial padrão dos dados obtidos pelo MapBiomas de 30 metros. Após a definição da resolução espacial, foi realizada uma reclassificação por tabela do arquivo Raster, a fim de agrupá-lo em tipo e origem (Tabela 1) e, posteriormente, recortada em função dos arquivos vetoriais poligonais das UC para realização dos cálculos de métricas de paisagem.

Para isso, a ferramenta de análise de paisagem utilizada para calcular algumas métricas no interior das UC, foi a extensão gratuita para QGIS “LecoS”, com a ferramenta Landscape Ecology Statistics. As métricas selecionadas foram: número de fragmentos; área da classe; comprimento da borda; densidade de borda; densidade de fragmentos; maior fragmento da área; menor fragmento da área; área média do fragmento; área mediana do fragmento; índice do

fragmento; área central total; média ponderada por área do índice de dimensão fractal.

Métricas	Sigla (unidade)	Grupo
Área da classe	CA (ha)	Área
Área média do fragmento	MPS (ha)	Densidade e tamanho
Área mediana do fragmento	MedPS (ha)	
Número de fragmentos	NP (Adimensional)	
Densidade de fragmentos	PD (km ²)	
Maior fragmento da área	GPA (ha)	
Menor fragmento da área	SPA (ha)	
Comprimento de borda	EF (ha)	Borda
Densidade de borda	ED (m/ha)	
Área central total	ACT (ha)	Área central
Índice do fragmento	LPI (Adimensional)	Forma
Média ponderada por área do índice de dimensão fractal	AWMPFD (Adimensional)	

Quadro 2 – Métricas utilizadas para análise da estrutura paisagística.

A métrica de média ponderada por área do índice de dimensão fractal foi realizada através do software de análise espacial da paisagem Fragstats, versão 4.2-64. Isso ocorreu, pois os arquivos raster separados em categorias, grupos e esferas governamentais utilizados para análise da paisagem, apresentavam uma maior densidade de dados referente à métrica. Portanto, o tempo de processamento dos dados exigia uma capacidade de processamento maior do computador e do software computacional QGIS, o que não foi possível realizar

através da ferramenta LecoS, devido à limitação de processamento na análise dos fragmentos dessa métrica.

- **Área:** soma das áreas de todos os fragmentos que pertencem a uma determinada classe de estudo.

- CA: Área da classe, em hectare.

- **Densidade e Tamanho:** Representadas por um conjunto de equações que determinam a "Área média do fragmento", "Área mediana do fragmento" (expressa o tamanho mediano e médio das manchas por tipo de classe de uso do solo), "Número de fragmentos", "Densidade de fragmentos", "Maior fragmento da área" e "Menor fragmento da área".

- MPS: Área média dos fragmentos e MedPS: Tamanho mediano dos fragmentos, em hectare;

- NP: número total de fragmentos dentro de uma classe (adimensional);

- PD: Densidade de fragmentos, em km²;

- GPA: Maior fragmento da área e SPA: Menor fragmento da área, em hectare.

- **Borda:** Foram representadas pela soma do perímetro do "Comprimento de bordas" e "Densidade relativa de borda" em relação a área de estudo, que, no caso da densidade, é a relação entre o perímetro de uma classe pela área total da paisagem.

- EF: Comprimento de borda, em hectare;

- ED: Densidade de bordas, em metros por hectare.

- **Área central:** Foi apresentada pela área central total que é o somatório de todas as áreas centrais da classe

- TCA: área central total, em hectares.

- **Forma:** Foram representadas pelo "Índice do fragmento", que avalia a quantidade e o tamanho das manchas, e pela "Média ponderada por área do índice de dimensão fractal", onde os valores se aproximam

de 1 representam perímetros simples e valores próximos de 2 indicam perímetros complexos, baseados na forma. Devido as grandes manchas possuírem a tendência de serem mais complexas do que as pequenas manchas, essa métrica analisa a complexidade independentemente do tamanho das manchas. Normalmente o resultado será menor do que no MPFD (Dimensão Fractal da Média do Fragmento).

- LPI: Índice do fragmento (adimensional);
- AWMPFD: Média ponderada por área do índice de dimensão fractal (adimensional).

Para tanto, os arquivos raster contendo as informações de uso e cobertura do solo no interior das UC foram convertidos em arquivos vetoriais poligonais. Isso foi feito com o objetivo de filtrar a classe de formação natural florestal das demais e comparar os índices de conservação. Portanto, para realizar a comparação das métricas em relação ao grau de conservação e ao tamanho dos fragmentos florestais, as classes de tamanho foram agrupadas em grandes (≥ 100 ha), médios (50-100 ha), pequenos (10-50 ha) e muito pequenos (< 10 ha) (Santos et al., 2018). Esse agrupamento levou em consideração a área dos fragmentos em hectares e a quantidade de fragmentos florestais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do status de proteção dos remanescentes em unidades de conservação no Rio de Janeiro durante o período estudado é apresentada na figura 2. Foram realizadas quantificações de proporção em porcentagem e hectares entre grupos, esferas e categorias, revelando as extensões totais para "proteção integral" e "uso sustentável".

Nas áreas de "Proteção Integral", destacam-se extensões como 48.844,80 ha para a REBIO, 5.697,18 ha para a ESEC, 331.313,49 ha para PARQUES, 33.721,74 ha para MONA, 9.722,16 ha para RESEC e 50.429,97 ha para a REVIS. Por outro lado, as categorias de "Uso Sustentável" abrangem vastas áreas, incluindo 936.118,69 ha para APAS, 2.185,65 ha para ARIES, 525,06 ha para áreas de floresta, 3.090,51 ha para RDS, 1.098,36 ha para

RESEX, 1.803,33 ha para RPPN e 82,08 ha para FLOM. Nos grupos de manejo, o total do grupo de "Proteção Integral" é de 478.328,58 ha, enquanto no grupo "Uso Sustentável", a extensão é maior, totalizando 941.255,19 ha.

Quanto à esfera governamental, a extensão federal é de 418.404,42 hectares, a estadual totaliza 318.284,46 hectares, e as áreas municipais somam 579.677,04.

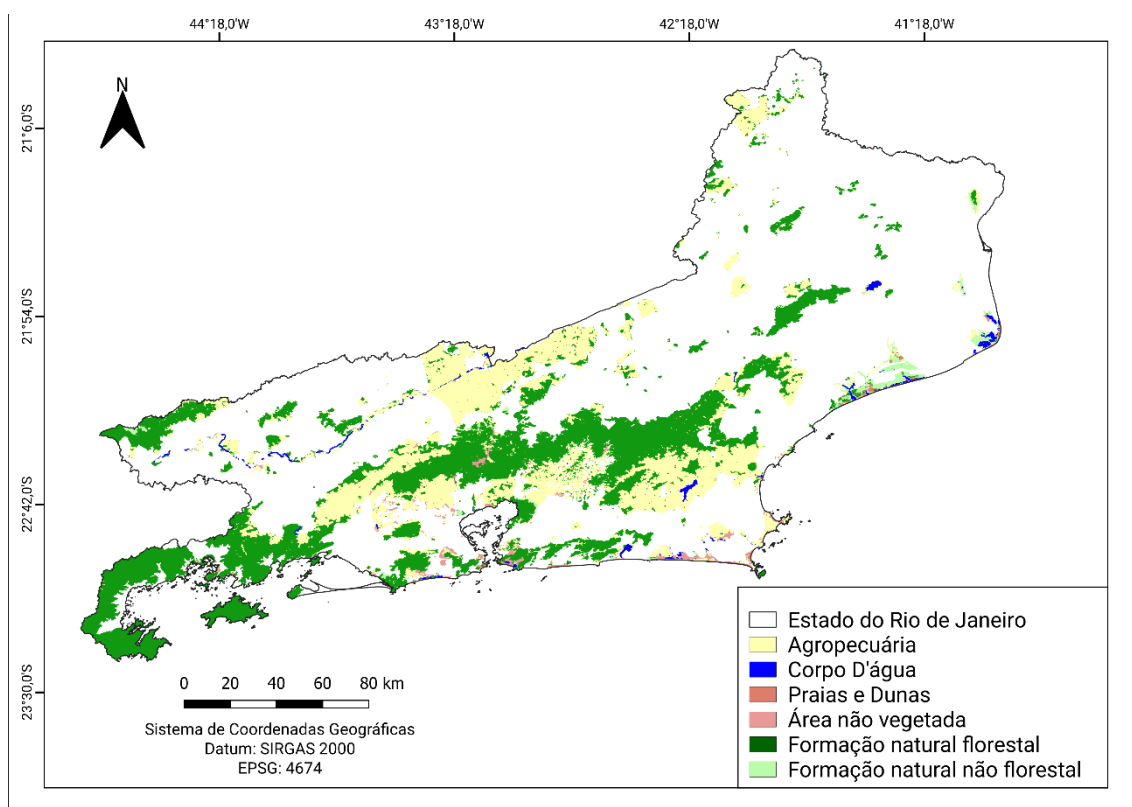


Figura 2. Distribuição do uso e cobertura do solo no interior das Unidades de Conservação, no estado do Rio de Janeiro no ano de 2021.

5.1. Cobertura do solo no interior das Unidades de Conservação

Alguns dos maiores remanescentes estão inseridos em UC do grupo US e do tipo "Parque" em PI. As UC da esfera "Municipal" contabilizam cerca de 263.612,16 ha de remanescentes florestais. O registro com maior área de formações naturais se encontra no tipo "Área de Proteção Ambiental", onde o grupo é o "Uso sustentável", e apresenta uma área expressiva, porém, com cerca de 457.233 ha do território formado por agropecuária e área não vegetada, representando 47,70% da área total dessas UC. Isso pode estar relacionado ao seu grau menos restritivo ao uso de recursos e ocupação do solo. Por outro lado,

nas "Reservas Biológicas", praticamente toda a sua área corresponde a formações naturais (89,43%), podendo ser o oposto do grupo de Uso sustentável, nesse caso, pode estar relacionado ao seu grau mais restritivo da obtenção e ocupação do território.

Nas áreas de Proteção Integral, as formações naturais florestais predominam, representando 78,92% do uso e cobertura do solo. Isso evidencia a prioridade de conservação de ecossistemas florestais em suas categorias. Além disso, as classes de "Agropecuária" (12,80%) e "Área não vegetada" (0,61%) têm uma presença relativamente baixa, demonstrando seu maior compromisso primário com a preservação de áreas naturais e a limitação de atividades agrícolas e pecuárias de forma direta nessas áreas (Brasil, 2000).

Por outro lado, nas áreas de Uso Sustentável, as formações naturais florestais também são significativas, mas abrangendo 49,61% do uso e cobertura do solo, pouco menos da metade do território. No entanto, o destaque vai para a categoria "Agropecuária", que representa 44,62% do uso e cobertura do solo. Nessas áreas são permitidos diversos tipos de utilização dos recursos naturais, incentivadas como parte de práticas de manejo sustentável (Brasil, 2000).

No geral, as áreas de PI apresentam uma porcentagem maior de cobertura por formações naturais (categorias 1 e 2) em comparação com as áreas de US, onde as categorias 3 (agropecuária) e 4 (área não vegetada) têm uma presença marcante, pois não demandam desapropriação de terras, devido a proposta do grupo entre a ocupação humana e a preservação da natureza (Brasil, 2000). Isso sugere que as áreas de Proteção Integral têm restrições mais rígidas quanto ao uso da terra, o que é consistente com o propósito de preservação de ecossistemas naturais, porém, com uma condição ligada à limitada ampliação desse grupo. A estruturação de uma UC sem visitação demanda cerca de quatro anos e mais de R\$ 3 milhões, excluindo os custos associados à regularização fundiária. O ICMBio lança um orçamento em aproximadamente de R\$ 312 milhões, com quase 85% do orçamento sem pessoal destinados a despesas, o que se revela insuficiente para estabelecer novas áreas protegidas (MUANIS, et al., 2009).

Em relação ao grupo de US, entre suas UC, as APA se destacam como a categoria mais flexível do SNUC. Geralmente, essas unidades são de dimensões superiores em comparação às demais categorias, porém, demonstram menor eficácia na preservação da biodiversidade (Rylands & Brandon, 2005). As APA são facilmente criadas, com controle relativamente baixo, geralmente cobrindo vastas áreas, com uma fiscalização menos rigorosa se comparado a outras unidades de conservação (RING, 2008).

As UC de proteção integral possuem uma cobertura proporcional maior por áreas florestadas e, apenas “Reservas do Desenvolvimento Sustentável”, “Reserva Particular do Patrimônio Natural” e “Reserva Ecológica” dentre as UC de “Uso Sustentável”, possuem a maior parte de sua cobertura por florestas naturais. A classe de agricultura é a classe de uso e cobertura do solo não natural que ocupa a maior área dentro de todas as UC.

A comparação entre esses dados demonstra claramente a importância da definição de áreas de PI e US em políticas de conservação ambiental. Enquanto o grupo de PI são reservados principalmente para a proteção mais restritiva dos ecossistemas naturais, buscando a proteção que se assemelha mais à natureza intocada, atendendo aos interesses de grupos preservacionistas (Medeiros, 2006). O grupo de US permite uma convivência mais harmoniosa entre atividades humanas e conservação, e geralmente são politicamente aceitáveis, mas frequentemente associadas a custos elevados devido à perda de biodiversidade e aos serviços ambientais, o que pode resultar no empobrecimento das comunidades locais (Andam et al., 2010). Todavia, as UC de US podem ser uma oportunidade para facilitar o manejo, restauração e manutenção das áreas, em função da facilidade de implantação e inclusão de povos e comunidades tradicionais ou do entorno. Destaca-se a necessidade de abordagens diferenciadas de gestão e políticas de conservação, levando em consideração a diversidade de ecossistemas e os objetivos de cada categoria. Na Tabela 3, podemos visualizar a comparação do percentual de cada categoria.

Nas esferas governamentais, o cenário de cobertura florestal natural proporcional as outras esferas são predominantes na “Federal”, representando 33,9%, enquanto a Estadual possui 33,7% e Municipal 32,4% respectivamente.

As UC da esfera Municipal se encontram com maior parte da sua cobertura formada por agropecuária e área não vegetal e, se somadas, contém cerca de 297 ha, ultrapassando sua quantidade de formações naturais (263.612,16 ha), que contém a menor parte da sua cobertura proporcional por florestas naturais em relação as demais esferas.

As classes de “Praias e Dunas” e “Formações naturais não florestais” possuem sua maior parte do território nas UC da esfera Federal, “Corpo hídrico” na Estadual e “Área não vegetada” na Municipal.

As áreas protegidas em ambas as esferas governamentais apresentam uma cobertura natural similar, porém com as UC das esferas federal e estadual liderando, representando sua maior área em seu interior dominadas por cobertura vegetal natural se comparadas as outras classes, com 90% na federal e 86% na estadual. Enquanto isso, na esfera municipal, menos da metade do seu território está coberto por áreas naturais, estando em sua maioria dominada pela classe de agropecuária, representando 46%, que por sinal, é a esfera responsável por administrar maior parte das Unidades de Conservação.

Uma estratégia para estimular os municípios a investirem em unidades de conservação é a adoção de critérios de conservação no repasse dos recursos. Apesar de serem escassas os exemplos que estabelecem esses critérios, essa abordagem pode ser crucial para garantir uma gestão eficaz e benéfica para o meio ambiente (Geluda, 2010). Em alguns estados, a presença de uma unidade de conservação no município é um fator para a alocação de receitas. No entanto, não significa que esses fundos resultem em melhoras nas unidades de conservação, pois a decisão sobre a aplicação da receita cabe ao Município (Silva, 2005).

5.2. Análise dos fragmentos florestais por classes de tamanho

A análise das classes de tamanho dos fragmentos florestais no interior das unidades de conservação do estado do Rio de Janeiro para o ano de 2021 destaca a diversidade na distribuição de área e quantidade. As florestas remanescentes encontradas dentro das unidades de conservação do estado do Rio de Janeiro se caracterizam por uma distribuição fragmentada, com diversas áreas de dimensões reduzidas. Entretanto, é importante observar que o número

de áreas fragmentadas com menos de 100 hectares representa uma parcela reduzida no estado, correspondendo a apenas 11,23% da cobertura florestal total. A dimensão de cada fragmento está diretamente associada à sua capacidade de abrigar uma maior diversidade de espécies, já que áreas mais extensas tendem a promover condições mais favoráveis entre as espécies e seus habitats. Isso, por sua vez, promove o estabelecimento de populações nativas de espécies locais, conforme destacado por Metzger et. al. (2009).

O mapeamento realizado contabilizou 14.975 fragmentos de formações naturais florestais em UC do grupo US compondo 451.861,11 ha, correspondente a 48,1% da área do estudo em relação as outras classes. Em contrapartida, mesmo a cobertura vegetal nas UC de PI ocupar menor área no estado (380.330,46 ha), foram contabilizados 3.595 fragmentos de remanescentes florestais, que correspondem a 79,51% do território, havendo uma cobertura proporcional de formações naturais florestais maior que o grupo de uso sustentável.

Na categoria de fragmentos grandes no grupo US, apenas 1% do número total de fragmentos florestais estava presente, o que equivale a um total de 274 fragmentos. Na classe média, foram identificados 225 fragmentos, correspondendo a 0,9% do total de fragmentos florestais em toda a área. A classe dos fragmentos muito pequenos foi a mais numerosa, compreendendo a maioria, com 92,8% do total, totalizando 24.313 fragmentos. Em relação ao grupo de PI, a classe dos fragmentos grandes corresponde a 1,9%, com um total de 125 fragmentos, enquanto a classe média registrou 80 fragmentos (1,2%) e de fragmentos muito pequenos contou com 6.094 fragmentos (91,7%).

Nas esferas governamentais do tipo municipal, a maioria dos fragmentos (91,6% do total) pertence à classe C1, abrangendo uma área de 18,742.41 hectares (7,1% da área total). A classe C2 compreende 5,9% dos fragmentos e ocupa 22.249,62 hectares (8,4% da área total). Fragmentos maiores, nas classes de 50 a 100 hectares e acima de 100 hectares até 17,408.16 hectares, representam uma porcentagem menor, com 1,0% e 1,5% dos fragmentos, respectivamente, e áreas correspondentes de 12,432.51 hectares e 210,187.62 hectares.

Na esfera estadual, a situação assemelha-se à municipal e federal, com fragmentos muito pequenos predominando a área, representando 94,9% do total

e ocupando 3,7% da área total, com um número total de 9,594 fragmentos florestais. Enquanto isso, a classe C2 representa 3,6% dos fragmentos, ocupando 2,8% da área total e incluindo 367 fragmentos florestais. Fragmentos maiores nas classes C3 e C4 continuam sendo menos comuns, correspondendo a 0,6% e 0,8% dos fragmentos, respectivamente.

Dentro do âmbito federal, a predominância de fragmentos florestais também se concentra nas classes com menos de 10 hectares, representando uma parcela significativa de 92,9% do total, abrangendo uma área de 6,581.25 hectares (equivalente a 2,4% da área total) e contabilizando 5,701 fragmentos (correspondendo a 92,9% do número total de fragmentos). A classe C2 possui 5,3% dos fragmentos, ocupando uma extensão de 6,773.85 hectares. Em relação aos fragmentos maiores, na classe média e grande, eles representam uma proporção menor, com 0,9% dos fragmentos em cada uma delas. De forma comparativa, os fragmentos da classe C4 englobam uma maior área, se comparada às outras esferas (257.894,64), consistindo em 54 fragmentos, mostrando maior conservação dos remanescentes.

Nas categorias de uso sustentável, as Áreas de Preservação Ambiental (APA) possuem 469.122,12 hectares, com mais de 84% do território em ha, concentrados em fragmentos na classe C4, embora a maior parte dos números de fragmentos se encontram na classe C1 (92,8%).

As Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), geralmente menores em extensão, têm cerca de 92,4% dos fragmentos na classe C1, devido à sua natureza específica.

As Florestas Locais (FLOM) são pequenas, com apenas 12,15 hectares, com todos os fragmentos na classe C1.

Nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), os fragmentos C1 ocupam uma área relativamente pequena em relação ao total, destacando o potencial dessas áreas para conservação de habitats naturais devido à predominância de fragmentos maiores na classe C4.

Reservas Extrativistas (RESEX) também têm predominância de fragmentos na classe C1 e 6,5% em C2, mas notável presença de fragmentos na classe C4, indicando potencial para a conciliação da conservação e atividades extrativistas.

Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) exibem distribuição equilibrada de fragmentos, com maior número de fragmentos na classe C1, porém com uma proporção significativa em território na classe C2 e C4, destacando o compromisso dos proprietários com a conservação da biodiversidade.

Nas áreas de manejo do grupo de proteção integral, a categoria ESEC possui 87% dos fragmentos em áreas menores que 10 hectares, apesar de representarem apenas 2,4% da área total. Em contraste, áreas com mais de 100 hectares, embora cobrindo a maior parte da área (91,5%), abrigam apenas 5,4% dos fragmentos. A situação é semelhante no MONA, onde 88% dos fragmentos estão em áreas menores que 10 hectares, cobrindo apenas 4,2% da área total. Áreas com mais de 100 hectares, apesar de abrangerem 81,9% da área, contêm a menor cobertura pela classe C4, possuindo apenas 3,1% dos fragmentos.

Reservas Ecológicas (RESEC) possui fragmentos menores (C1) em uma pequena parcela, mas com predominância de fragmentos na classe C4, não havendo outras classes além dessas.

Nos Parques, os fragmentos menores que 10 hectares cobrem apenas 1,2% da área, mas concentram 93,1% dos fragmentos. Áreas maiores que 100 hectares, representando 96,5% da área, abrigam apenas 1,2% dos fragmentos.

Nas UC do tipo REBIO, fragmentos menores que 10 hectares representam 0,5% da área, mas concentram 91,9% dos fragmentos. Fragmentos maiores que 100 hectares, ocupam 98,5% da área e contêm 3,2% dos fragmentos, sendo a categoria mais conservada em comparação as outras.

A categoria REVIS, fragmentos menores que 10 hectares cobrem 4,3% da área e abrigam 88,8% dos fragmentos. Fragmentos maiores que 100 hectares, embora ocupem 84,4% da área, abrigam apenas 3,1% dos fragmentos.

Em áreas densamente povoadas, os fragmentos de pequenas dimensões (com menos de cem hectares) representam uma parte significativa do que resta. Na Mata Atlântica, esses fragmentos menores compõem 90% do total de fragmentos identificados, o que equivale a 30% da área total da floresta remanescente (Ribeiro et al., 2009).

Para fins comparativos, a área total de estudo abrange 832.191,57 hectares. No grupo de proteção integral, em relação à área total, fragmentos

florestais menores que 100 hectares representam 2,34%, enquanto fragmentos iguais ou maiores que 100 hectares compreendem 42,23% da área. Em contraste, as categorias do grupo de uso sustentável possuem 9,10% de fragmentos menores que 100 hectares.

Esses resultados indicam que as áreas de uso sustentável são mais fragmentadas, tornando-as potencialmente mais vulneráveis a impactos relacionados às atividades humanas, como agricultura ou exploração florestal sustentável. No entanto, várias delas não demonstram eficácia na preservação da biodiversidade, uma vez que essas categorias de Unidades de Conservação frequentemente não apresentam uma gestão eficaz, resultando em deficiências em sua proteção (Pacheco et al., 2018). Isso pode ter implicações para a preservação da biodiversidade, uma vez que fragmentos menores podem oferecer menos recursos e espaço para a vida selvagem.

Por outro lado, fragmentos de menor tamanho têm o potencial de abrigar uma diversidade de espécies maior do que fragmentos maiores, devido à representatividade de áreas com características distintas e, conseqüentemente, composições menos semelhantes. No entanto, os fragmentos maiores são a escolha mais adequada para a preservação de espécies a longo prazo, uma vez que geralmente abrigam populações maiores, tornando-as mais resistentes às flutuações ambientais, genéticas e demográficas (Shaffer, 1987).

6.3. Índice de ecologia da paisagem

Analisando as métricas relacionadas à classe de formação natural florestal em diferentes contextos, notamos diferenças significativas. No Grupo de US, a área média do fragmento (MPS) e a área mediana do fragmento (MedPS) são maiores, indicando fragmentos extensos nessa categoria. Em contrapartida, o Grupo de PI apresenta maior densidade de fragmentos, apesar de ter menos fragmentos.

No que se refere ao tamanho dos fragmentos, o Grupo de US possui um Maior Fragmento da Área (GPA). Quanto às bordas, o Comprimento de Borda (EF) é notavelmente maior no Grupo de US, indicando que estes fragmentos possuem uma área muito recortada, tanto que possui um dos maiores índices fractais, sendo a Densidade de Borda (ED) também maior nesse grupo. A borda

de fragmentos florestais representa um limite permeável suscetível a impactos originados da influência humana na matriz circundante. Esses impactos constantes causam degradação contínua, provocando alterações na composição das espécies e na estrutura da vegetação (Rodrigues e Nascimento, 2006). Esse fenômeno é particularmente notório em fragmentos de formato irregular e menor área, que interagem mais intensamente com a matriz antrópica. À medida que o efeito de borda se acentua, a área central desses fragmentos diminui proporcionalmente, prejudicando a qualidade da estrutura dos ecossistemas, conforme observado por Valente e Vettorazzi (2005).

A Área Central Total (ACT) é mais concentrada no Grupo de US, enquanto o Índice do Fragmento (LPI) é superior no Grupo de PI. A Média Ponderada por Área do Índice de Dimensão Fractal (AWMPFD) é ligeiramente maior no Grupo de US. Por sua vez, o Grupo de PI é caracterizado por fragmentos mais densamente distribuídos, uma maior complexidade de forma e uma densidade de borda mais reduzida (tabela 12).

Considerando o contexto das esferas governamentais (Tabela 13), a esfera federal abrange a maior Área da Classe (CA), indicando extensa formação florestal sob sua jurisdição. A métrica MPS também é maior na esfera federal, enquanto a métrica MedPS é semelhante na esfera federal e municipal. A densidade de fragmentos (PD) é notável na esfera municipal, com uma menor densidade na esfera federal. Os indicadores de tamanho dos fragmentos variam, com a esfera federal apresentando o Maior Fragmento da Área (GPA).

Quanto às bordas da formação florestal, a esfera municipal possui bordas mais extensas e uma densidade de borda superior às demais, refletindo influência humana nas bordas com maior exposição às suas atividades. A configuração espacial varia, com a ACT mais concentrada na esfera federal e um LPI mais elevado na esfera municipal. A AWMPFD é semelhante em ambas as esferas, mas menor na esfera municipal, indicando uma forma dos fragmentos menos complexa do ponto de vista fractal nessa esfera.

Nas categorias do Grupo de "Uso Sustentável", observamos que a APA (Área de Preservação Ambiental) se destaca em relação a outras com sua extensa área. As Reservas Ecológicas (RESEC) acompanham por uma área

média do fragmento (MPS) maior que as demais categorias, e a área mediana do fragmento (MedPS) maior na categoria das FLORESTAS. Além disso, a APA apresenta um número substancial de fragmentos (NP), em contraste com outras categorias. No entanto, a densidade de fragmentos (PD) na APA e Reserva do Desenvolvimento Sustentável (RDS) é comparativamente baixa, indicando uma distribuição mais esparsa desses fragmentos.

No contexto das bordas da formação florestal, a APA revela um Comprimento de Borda (EF) considerável, compatível com sua área extensa e maior influência humana nas bordas, com alta Densidade de Borda (ED), indicando uma maior exposição às atividades humanas. A Área Central Total (ACT) é mais ampla também na APA, sugerindo uma concentração considerável de sua área no centro, possivelmente refletindo uma configuração de área mais abrangente. No entanto, o LPI é mais elevado no Monumento Natural (MONA), indicando a presença de fragmentos com características ecológicas únicas nessa categoria. A Média Ponderada por Área do Índice de Dimensão Fractal (AWMPFD) é relativamente alta na APA, indicando perímetros de maior complexidade na forma dos fragmentos dessa categoria.

No grupo de "Proteção Integral", as categorias também apresentam variações significantes nas métricas, porém com muitas delas destacadas pela categoria PARQUE, pois essas UC se destacam com uma grande Área da Classe (CA) em comparação às outras, assim como observado nas Áreas de Proteção Ambiental no grupo de Uso Sustentável. A área média do fragmento (MPS) é maior nas Reservas Biológicas (REBIO), seguida da área mediana do fragmento (MedPS) maiores nas Estações Ecológicas (ESEC). O Maior Fragmento da Área (GPA) se encontra na categoria PARQUE. No contexto das bordas da formação florestal, a categoria PARQUE se destaca, provavelmente por causa da sua extensa área, em detrimento da categoria ESEC, que apresenta um menor Comprimento de Borda (EF) e, com a maior Densidade de Borda (ED) nas categorias de Monumento Natural (MONA), indicando uma maior exposição às atividades humanas nessas UC. A Área Central Total (ACT) é mais ampla em PARQUE e REBIO, enquanto o LPI é mais elevado no MONA. A Média Ponderada por Área do Índice de Dimensão Fractal (AWMPFD) é relativamente

alta no PARQUE, indicando uma complexidade na forma dos fragmentos nessa categoria.

Os resultados revelam maior fragmentação, caracterizada por bordas mais extensas, fragmentos mais irregulares e menos áreas centrais. Esse padrão é especialmente evidente no grupo de "Uso Sustentável" e na esfera Municipal, onde as bordas são maiores e as áreas centrais são menores em comparação com os outros grupos e categorias. Esse fator pode ser agravante nessas áreas, pois com o aumento do efeito de borda, ocorre uma diminuição da área central dos fragmentos, intensificando a interação com a matriz circundante. Ao longo do tempo, essa interação impacta negativamente a qualidade da estrutura desses ecossistemas (Cemin et al., 2009). Como o grupo de US permite uma maior flexibilidade do uso e cobertura, é provável que as UC desse grupo estejam inseridas em um contexto com remanescentes mais fragmentados e com maior efeito de borda.

Sob o domínio da esfera municipal, essa característica pode se manifestar, uma vez que muitas UC municipais foram criadas devido ao ICMS ecológico. Conti (2015) destaca que a área média das UC municipais no estado é menor que a de outras esferas, ressaltando que, devido a essas áreas reduzidas, essas unidades podem não desempenhar efetivamente seu papel de conservação. Isso gera problemáticas relacionadas às condições ambientais para a sobrevivência e reprodução das espécies. Por possuírem áreas menores e mais fragmentadas, as UC municipais podem ser importantes para ligação de corredores ecológicos entre as UC da esfera estadual e federal, promovendo a troca do fluxo gênico entre elas, melhorando a gestão dos serviços ecossistêmicos e na proteção dos remanescentes florestais de Mata Atlântica. Apesar de ser observado um número considerável de UC nessas esferas administrativas que carecem de instrumentos básicos para a consolidação de sua gestão, geralmente, o governo federal e estadual tem estruturas administrativas mais consolidadas para a gestão da política ambiental, indicando que esses entes federativos estejam mais preparados para a implementação de políticas públicas voltadas às UC (Conti, 2015). Esses fatores tornam esses

remanescentes situados no interior das UC municipais essenciais no contexto local e áreas mais distantes das comunidades.

A diminuição do tamanho dos fragmentos pode resultar na redução das áreas centrais, prejudicando a qualidade da paisagem e afetando habitats bem conservados dentro dos fragmentos. Este estudo indica que fragmentos excessivamente pequenos são comuns nos diversos grupos, categorias e esferas governamentais, aumentando o potencial para o efeito de borda nesses fragmentos menores. No entanto, a preservação dos fragmentos menores de vegetação nativa é fundamental para reduzir o isolamento dos fragmentos maiores e promover conexões ecológicas que facilitam a mobilidade das espécies pela paisagem. A ausência desses fragmentos teria um impacto significativo nos ecossistemas, aumentando o risco de extinção das espécies (Do Código Florestal et al., 2011).

Para garantir a conservação eficaz da biodiversidade, é crucial estabelecer a conectividade entre os fragmentos, especialmente nas áreas de proteção integral. A criação de corredores ecológicos que unam essas áreas fragmentadas pode melhorar a mobilidade da fauna e a troca genética entre populações isoladas. A sobrevivência das espécies está diretamente relacionada à capacidade de se deslocar pela paisagem, tornando os corredores de vegetação nativa essenciais para manter a biodiversidade. Isso ocorre porque muitas espécies não conseguem atravessar áreas abertas em atividade humana, como estradas, mesmo em casos de intervenções relativamente estreitas (Develey e Stouffer, 2001).

Os estudos de mudanças na cobertura da terra são fundamentais para ações de planejamento e/ou gestão do território. Eles contemplam a quantificação e localização de desmatamentos, urbanizações, antropizações, intensificações de cultivos, regenerações, entre outros fenômenos de mudanças (Weckmüller, 2018). Ainda mais em um contexto em que a conversão de ecossistemas naturais para outros usos, causada pelos seres humanos, já atua em escala global. Mais da metade da superfície terrestre é utilizada como terras agrícolas ou pastagens (Kareiva et al., 2007).

Neste contexto, as trajetórias evolutivas surgem como complemento dos estudos de mudanças, aprofundando as informações sobre o histórico da cobertura da terra. Esta perspectiva abre um horizonte maior de entendimento sobre a degradação da paisagem, que possibilita o pesquisador conhecer importantes informações sobre a paisagem, como por exemplo: a idade de uma pastagem e a classe que precedeu sua ocorrência; a intensidade da urbanização e em que classe ocorreu esta pressão; ou ainda o abandono de uma área de cultivo com recuperação para vegetação secundária

Tabela 2. Percentual de cobertura das categorias de uso e cobertura do solo nos grupos e categorias de Unidades de Conservação (Proteção Integral e Uso Sustentável).

Categoria	Formações Naturais Florestais	Formações Naturais Não Florestais	Agropecuária	Área não vegetada	Praias e Dunas	Corpo Hídrico
Proteção integral						
REBIO	11,8%	5,8%	5,9%	1,5%	0,2%	2,4%
ESEC	0,9%	2,4%	2,5%	0,3%	0%	2,5%
Parque	72,4%	80,5%	51,8%	90,5%	97,1%	69,1%
MONA	5,5%	8,6%	18%	2,5%	2,5%	1,2%
RESEC	1,9%	0,2%	0,1%	0%	0%	0,8%
REVIS	9,4%	2,8%	21,7%	5,3%	0,2%	24,8%
Uso sustentável						
APA	96,8%	99,3%	99,5%	99,3%	91,6%	96,3%
ARIE	0,3%	0,1%	0,1%	0,4%	2,9%	0,8%
Floresta	0%	0%	0,1%	0,2%	0%	0%
RDS	0,6%	0%	0%	0%	0,4%	0,1%
RESEX	0,1%	0%	0%	0,1%	5,1%	2%
RPPN	0,3%	0,3%	0,1%	0%	0%	0%
FLOM	0%	0%	0%	0,1%	0%	0%

Tabela 3. Áreas em hectares atribuídos as classes do uso e cobertura da terra nas categorias dos grupos de Uso sustentável e Proteção integral.

USO E COBERTURA DO SOLO							
Categoria	1	2	3	4	5	6	Total (ha)
Proteção Integral							
REBIO	43.681,14	1.357,92	3.574,35	11,34	43,47	176,58	48.844,80
ESEC	3.469,41	555,03	1.476,81	0,54	7,2	188,19	5.697,18
Parque	268.492,23	18.895,14	31.174,74	4.992,93	2.593,89	5.164,56	331.313,49
MONA	20.575,17	2011,77	10.845,90	127,8	71,19	89,91	33.721,74
RESEC	9.122,49	39,06	435,96	0,45	6,3	117,9	9.722,16
REVIS	34.695,54	646,83	13.077,18	7,92	150,75	1.851,75	50.429,97
Uso Sustentável							
APA	469.122,10	17.566,56	433.950,03	866,07	23.283,81	13.747,86	936.118,69
ARIE	1.295,28	20,16	647,01	27,63	85,14	110,43	2.185,65
Floresta	164,43	1,8	313,29	0,00	43,65	1,89	525,06
RDS	2.886,12	8,55	169,83	3,6	7,02	15,39	3.090,51
RESEX	620,73	1,71	129,51	47,97	16,29	282,15	1.098,36
RPPN	1.534,86	49,5	218,16	0,00	0,81	0,00	1.803,33
FLOM	12,15	0	57,33	0	12,6	0	82,08

(1) Formações naturais florestadas; (2) Formações naturais não florestadas; (3) Agropecuária; (4) Área não vegetada; (5) Praias e Dunas; (6) Corpo hídrico.

Tabela 4. Percentual de comparação da distribuição do uso e cobertura do solo nos grupos de Proteção Integral e Uso Sustentável.

Grupo	Formações Naturais Florestais	Formações Naturais Não Florestais	Agropecuária	Praias e Dunas	Área não vegetada	Corpo Hídrico
Proteção Integral	45,7%	56%	12%	13,8%	83%	36,7%
Uso Sustentável	54,3%	44%	88%	86,2%	17%	63,3%

Tabela 5. Áreas em hectares atribuídos as classes do uso e cobertura da terra separados em Grupos.

USO E COBERTURA DO SOLO							
Grupo	1	2	3	4	5	6	Total (ha)
Proteção integral	380.330,46	22.352,40	59.011,47	3.637,26	5.119,74	7.877,25	478.328,58
Uso sustentável	451.861,11	17.567,01	434.455,56	22.741,65	1.047,15	13.582,71	941.255,19

(1) Formações naturais florestadas; (2) Formações naturais não florestadas; (3) Agropecuária; (4) Área não vegetada; (5) Praias e Dunas; (6) Corpo hídrico.

Tabela 6. Percentual de comparação da distribuição do uso e cobertura do solo nas esferas governamentais.

Esfera	Formações Naturais Florestais	Formações Naturais Não Florestais	Agropecuária	Praias e Dunas	Área não vegetada	Corpo Hídrico
Federal	33,9%	45%	27,3%	16,3%	51,1%	26.67%
Estadual	33,7%	26,8%	3,9%	33,7%	27,9%	39.95%
Municipal	31,4%	28,2%	68,8%	49,9%	18%	33.38%

Tabela 7. Áreas em hectares atribuídos as classes do uso e cobertura da terra separados em esferas governamentais.

USO E COBERTURA DO SOLO							
Esfera	1	2	3	4	5	6	Total (ha)
Federal	275.226,75	17.350,65	112.523,49	4.246,56	3.238,83	5.818,14	418.404,42
Estadual	273.830,67	10.321,20	16.092,00	8.787,60	1.671,03	7.581,96	318.284,46
Municipal	263.612,16	10.887,84	283.820,85	13.007,61	1.076,04	7.272,54	579.677,04

(1) Formações naturais florestadas; (2) Formações naturais não florestadas; (3) Agropecuária; (4) Área não vegetada; (5) Praias e Dunas; (6) Corpo hídrico.

Tabela 8 – Classes de tamanho dos fragmentos florestais em cada um dos grupos, incluindo informações sobre a área em hectares, porcentagem de área em relação à área total, quantidade de fragmentos florestais em cada classe e o percentual desses fragmentos em relação ao total de fragmentos em cada grupo.

Grupo	Classe de tamanho	Área (ha)	Área (%)	Fragmentos (nº)	Fragmentos (%)
Uso Sustentável	C1 (< 10)	28.358,82	6,3%	24.313	92,8%
	C2 (10-50)	29.686,05	6,6%	1.392	5,3%
	C3 (50-100)	15.979,41	3,5%	225	0,9%
	C4 (> 100)	377.836,83	83,6%	274	1,0%
Total		451.861,11	100,0%	26204	100,0%
Proteção Integral	C1 (< 10)	6.084,54	1,6%	6.094	91,7%
	C2 (10-50)	7.742,97	2,0%	345	5,2%
	C3 (50-100)	5.590,26	1,5%	80	1,2%
	C4 (> 100)	360.912,69	94,9%	125	1,9%
Total		380.330,46	100%	6644	100%

Tabela 9. Classes de tamanho dos fragmentos florestais em cada uma das esferas, incluindo informações sobre a área em hectares, porcentagem de área em relação à área total, quantidade de fragmentos florestais em cada classe e o percentual desses fragmentos em relação ao total de fragmentos.

Esfera	Classe de tamanho	Área (ha)	Área (%)	Fragmentos (nº)	Fragmentos (%)
Municipal	C1 (< 10)	18.742,41	7,1%	15.991	91,6%
	C2 (10-50)	22.249,62	8,4%	1.024	5,9%
	C3 (50-100)	12.432,51	4,7%	172	1,0%
	C4 (> 100)	210.187,62	79,7%	261	1,5%
Total		263.612,16	100,0%	17.448	100,0%

Estadual	C1 (< 10)	10.217,34	3,7%	9.594	94,9%
	C2 (10-50)	7.618,86	2,8%	367	3,6%
	C3 (50-100)	4.520,61	1,7%	63	0,6%
	C4 (> 100)	251.473,86	91,8%	82	0,8%
Total		273.830,67	100%	10.106	100,0%
Federal	C1 (< 10)	6.581,25	2,4%	5.701	92,9%
	C2 (10-50)	6.773,85	2,5%	323	5,3%
	C3 (50-100)	3.977,01	1,4%	58	0,9%
	C4 (> 100)	257.894,64	93,7%	54	0,9%
Total		275.226,75	100,0%	6.136	100,0%

Tabela 10. Classes de tamanho dos fragmentos florestais em cada uma das categorias de Uso Sustentável, incluindo informações sobre a área em hectares, porcentagem de área em relação à área total, quantidade de fragmentos florestais em cada classe e o percentual desses fragmentos em relação ao total de fragmentos.

Categoria	Classe de tamanho	Área (ha)	Área (%)	Fragmentos (nº)	Fragmentos (%)
APA	C1 (< 10)	28533,78	6,1%	24610	92,8%
	C2 (10-50)	29931,93	6,4%	1399	5,3%
	C3 (50-100)	15902,46	3,4%	224	0,8%
	C4 (> 100)	394753,95	84,1%	276	1,0%
Total		469122,12	100,0%	26509	100,0%
ARIE	C1 (< 10)	100,89	7,8%	121	92,4%
	C2 (10-50)	170,73	13,2%	7	5,3%
	C3 (50-100)	-	0,0%	-	0,0%

	C4 (> 100)	1023,66	79,0%	3	2,3%
	Total	1295,28	100,0%	131	100,0%
FLOM	C1 (< 10)	12,15	100,0%	9	100,0%
	C2 (10-50)	-	0,0%	-	0,0%
	C3 (50-100)	-	0,0%	-	0,0%
	C4 (> 100)	-	0,0%	-	0,0%
	Total	12,15	100,0%	9	100,0%
FLORESTA	C1 (< 10)	46,26	28,1%	44	93,6%
	C2 (10-50)	38,97	23,7%	2	4,3%
	C3 (50-100)	79,2	48,2%	1	2,1%
	C4 (> 100)	-	0,0%	-	0,0%
	Total	164,43	100,0%	47	100,0%
RDS	C1 (< 10)	19,08	0,7%	49	96,1%
	C2 (10-50)	-	0,0%	-	0,0%
	C3 (50-100)	87,93	3,0%	1	2,0%
	C4 (> 100)	2779,11	96,3%	1	2,0%
	Total	2886,12	100,0%	51	100,0%
RESEX	C1 (< 10)	27,63	4,5%	42	91,3%
	C2 (10-50)	54,36	8,8%	3	6,5%
	C3 (50-100)	-	0,0%	-	0,0%
	C4 (> 100)	538,74	86,8%	1	2,2%
	Total	620,73	100,0%	46	100,0%
RPPN	C1 (< 10)	165,96	10,8%	81	76,4%
	C2 (10-50)	360	23,5%	19	17,9%

C3 (50-100)	193,95	12,6%	3	2,8%
C4 (> 100)	814,95	53,1%	3	2,8%
Total	1534,86	100,0%	106	100,0%

Tabela 11. Classes de tamanho dos fragmentos florestais em cada uma das categorias de Proteção Integral, incluindo informações sobre a área em hectares, porcentagem de área em relação à área total, quantidade de fragmentos florestais em cada classe e o percentual desses fragmentos em relação ao total de fragmentos.

Categoria	Classe de tamanho	Área (ha)	Área (%)	Fragmentos (nº)	Fragmentos (%)
ESEC	C1 (< 10)	83,61	2,4%	80	87,0%
	C2 (10-50)	121,41	3,5%	6	6,5%
	C3 (50-100)	89,46	2,6%	1	1,1%
	C4 (> 100)	3174,93	91,5%	5	5,4%
	Total	3469,41	100,0%	92	100,0%
MONA	C1 (< 10)	855,09	4,2%	874	88,0%
	C2 (10-50)	1618,56	7,9%	71	7,2%
	C3 (50-100)	1249,29	6,1%	17	1,7%
	C4 (> 100)	16852,23	81,9%	31	3,1%
	Total	20575,17	100,0%	993	100,0%
RESEC	C1 (< 10)	21,6	0,2%	47	97,9%
	C2 (10-50)	-	0,0%	-	0,0%
	C3 (50-100)	-	0,0%	-	0,0%
	C4 (> 100)	9100,89	99,8%	1	2,1%

	Total	9122,49	100,0%	48	100,0%
PARQUE	C1 (< 10)	3106,89	1,2%	3204	93,1%
	C2 (10-50)	3451,05	1,3%	156	4,5%
	C3 (50-100)	2813,67	1,0%	41	1,2%
	C4 (> 100)	259120,62	96,5%	40	1,2%
	Total	268492,23	100,0%	9	100,0%
REBIO	C1 (< 10)	233,37	0,5%	285	91,9%
	C2 (10-50)	364,23	0,8%	14	4,5%
	C3 (50-100)	66,69	0,2%	1	0,3%
	C4 (> 100)	43016,85	98,5%	10	3,2%
	Total	43681,14	100,0%	310	100,0%
REVIS	C1 (< 10)	1481,94	4,3%	1337	88,8%
	C2 (10-50)	2222,82	6,4%	98	6,5%
	C3 (50-100)	1723,86	5,0%	24	1,6%
	C4 (> 100)	29266,92	84,4%	46	3,1%
	Total	34695,54	100,0%	1505	100,0%

Tabela 12. Índices das métricas relacionadas à classe de formação natural florestal no interior das unidades de conservação dos grupos de manejo no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2021.

Grupo	Área			Densidade e Tamanho				Borda		Área central	Forma	
	CA	MPS	MedPS	NP	PD	GPA	SPA	EF	ED	ACT	LPI	AWMPFD
Uso Sustentável	451.861,11	30,19	1,26	14.965	1.589	85.351,86	0,09	43.70,76	41.1	338.232,6	9,06	1,26
Proteção Integral	380.330,46	105,79	1,08	3.595	0.751	84.862,44	0,09	1.671,66	22.7	334.429,2	1,77	1,23

CA (hectares): Área da classe; MPS (hectares): Área média do fragmento; MedPS (hectares): Área mediana do fragmento; NP: Número de fragmentos; PD (km²): Densidade de fragmentos; GPA (hectares): Maior fragmento da área; SPA (hectares): Menor fragmento da área; EF (hectares): Comprimento de borda; ED (metro/hectares): Densidade de borda; ACT (hectares): Área central total; LPI: Índice do fragmento; AWMPFD: Média ponderada por área do índice de dimensão fractal

Tabela 13. Índices das métricas relacionadas à classe de formação natural florestal no interior das unidades de Conservação das esferas governamentais no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2021.

Esfera	Área			Densidade e Tamanho				Borda		Área central	Forma	
	CA	MPS	MedPS	NP	PD	GPA	SPA	EF	ED	ACT	LPI	AWMPFD
Municipal	263.612,16	26,21	1,26	10.057	1.734	17.593,74	0,09	17.593,74	43.9	189.094,59	3,03	1,22
Estadual	273.830,67	46,92	0,99	5.836	1.399	85.563,27	0,09	1.761,648	31.05	227.387,25	2,05	1,26
Federal	275.226,75	84,87	1,26	3.243	0.775	87.571,62	0,09	1.424,094	30.2	236.615,49	2,09	1,28

Tabela 14. Índices das métricas relacionadas à classe de formação natural florestal no interior das unidades de Conservação das categorias no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2021.

Grupo	Categoria	Área			Densidade e Tamanho				Borda		Área central	Forma	
		CA	MPS	MedPS	NP	PD	GPA	SPA	EF	ED	ACT	LPI	AWMPFD
Uso Sustentável	APA	469.122,12	30,98	1,26	15.141	1.579	85.341,78	0,09	4.420,728	49.5	354.183,75	8,90	1,26
	ARIE	1.295,28	15,61	0,36	83	3.797	834,48	0,09	12.582	43.2	988,47	3,81	1,14
	FLOM	12,15	1,74	0,54	7	8.528	7,92	0,09	0,45	42.3	3,15	9,64	1,08
	FLORESTA	164,43	6,85	1,395	24	4.570	84,87	0,09	4,158	71.4	71	1,61	1,16
	RDS	2.886,12	111	0,585	26	0.841	2.780,1	0,09	7,86	15.02	2.667	8,99	1,11
	RESEX	620,73	20,69	0,54	30	2.731	539,01	0,09	5,238	34.6	490	4,90	1,13
	RPPN	1.534,86	21,62	5,4	71	3.937	507,87	0,09	18.246	26.6	1.055	2,81	1,10
Proteção Integral	ESEC	3.469,41	56,88	1,62	61	1.070	1.207,53	0,09	16.902	17.05	3.015,54	2,11	1,09
	MONA	20.575,17	36,81	1,26	559	1.657	3.183,66	0,09	216.234	49.3	14.788,44	9,44	1,21
	RESEC	9.122,49	701,73	0,36	13	1.33	9.114,12	0,09	21.612	17.8	8.490	9,37	1,18
	PARQUE	268.492,23	149	0,99	1.802	0.543	78.318,18	0,09	1.000,584	18.9	240.629,04	2,36	1,25
	REBIO	43.681,14	289,28	0,72	151	0.309	24.228,36	0,09	123,498	16.9	40.186,62	4,96	1,17
	REVIS	34.695,54	38,51	1,35	901	1.786	3.737,25	0,09	310,716	39.4	26.392,41	7,41	1,19

CA (hectares): Área da classe; MPS (hectares): Área média do fragmento; MedPS (hectares): Área mediana do fragmento; NP: Número de fragmentos; PD (km²): Densidade de fragmentos; GPA (hectares): Maior fragmento da área; SPA (hectares): Menor fragmento da área; EF (hectares): Comprimento de borda; ED (metro/hectares): Densidade de borda; ACT (hectares): Área central total; LPI: Índice do fragmento; AWMPFD: Média ponderada por área do índice de dimensão fractal

6. CONCLUSÃO

Em síntese, a análise dos dados no estado do Rio de Janeiro, evidencia a heterogeneidade das Unidades de Conservação no que diz respeito ao tamanho e à distribuição de fragmentos florestais. Essa diversidade é fundamental para abordar as diferentes demandas de conservação no estado. É crucial adotar estratégias de manejo e políticas de conservação específicas para cada categoria de Unidade de Conservação, de modo a otimizar a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas naturais em todo o território nacional. Isso mostra a complexidade de equilibrar a conservação em áreas extensas com a preservação de fragmentos menores.

No grupo de Proteção Integral, a análise revela que diferentes áreas de conservação exibem padrões distintos na distribuição de fragmentos florestais, com algumas áreas sendo dominadas por fragmentos menores, enquanto outras têm uma dominância de fragmentos maiores. A presença de fragmentos maiores proporciona uma continuidade de ambientes sustentando uma maior biodiversidade, sendo fundamental para a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas naturais, pois oferece uma variedade de habitats ecológicos para a vida selvagem.

Isso destaca a importância de se adotar abordagens diferenciadas de manejo e conservação, levando em consideração as características específicas de cada tipo de área de conservação. Para áreas de Proteção Integral, o foco poderá ser na preservação de fragmentos maiores e na regeneração de áreas degradadas. Para áreas de Uso Sustentável, é fundamental equilibrar a conservação com a utilização sustentável dos recursos naturais, promovendo a criação de corredores ecológicos entre os demais remanescentes florestais. A compreensão dessas diferenças contribui para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de conservação da biodiversidade e dos ecossistemas naturais no estado.

A análise das áreas fragmentadas e de seus tamanhos é fundamental para o planejamento e gestão eficaz das unidades de conservação. Esses dados podem orientar a implementação de políticas e ações de manejo, como a restauração de áreas degradadas e a proteção de fragmentos críticos.

No geral, o trabalho destaca a importância de uma gestão cuidadosa e estratégica da área de estudo, especialmente daquelas regiões inseridas em UC de proteção integral. A preservação da biodiversidade depende não apenas da quantidade de terra protegida, mas também da qualidade e da conectividade dos fragmentos. Portanto, é essencial adotar medidas que visem manter e restaurar áreas de tamanho significativo, além de promover a colaboração entre diferentes categorias de conservação e ações de uso sustentável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcon, G.G.; Fantini, A.C; Salvador, C.H. Local benefits of the atlantic forest: evidences from rural communities in Southern Brazil. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, p. 87-112, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC136361V1932016> > Acesso em: 05 de agosto de 2022.

Andam, K.S. et al. Protected areas reduced poverty in Costa Rica and Thailand. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 107, n. 22, p. 9996-10001, 2010. Disponível em: < <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0914177107> > Acesso em: 20 de novembro de 2023.

Bergallo, H.G. Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro. **Instituto Biomass**, 2009. P. 20 Disponível em: < https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/680/2019/06/EA_biodiversidadeRJ.pdf > Acesso em: 04 de agosto de 2022.

Brancalion, P.H.S. et al. Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. **Science advances**, v. 5, n. 7, p. eaav3223, 2019. Disponível em: < <https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.aav3223> > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

Brasil. 2000. 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.

Brasil. 2006. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

Brasil. 2008. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

Campanili, M. & Schäffer, W.B. Mata Atlântica: manual de adequação ambiental. 2010. Disponível em: < <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/745> > Acesso em: 09 de agosto de 2022.

Cemin, G.; PERICO, E.; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 705-711, 2009

Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Estado do Rio De Janeiro – CEPERJ. Estado do Rio de Janeiro: Regiões de Governo. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/divis_regional.html> Acesso em: 18 de janeiro de 2023.

Clare, V. N., Gonçalves, I. I. & Medeiros, R. Ocorrência e distribuição de unidades de conservação municipais no estado do Rio de Janeiro. **Floresta e Ambiente**. V 16, n.1, p. 11 – 22, 2012. Disponível em: < <https://floram.org/article/588e221be710ab87018b4660> > Acesso em: 23 de agosto de 2023.

Conti, B.R., Irving, M.A. & Antunes, D.C. O ICMS-Ecológico e as Unidades de Conservação no Estado do Rio de Janeiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 35, p. 241-258, 2015. Disponível em: < <https://core.ac.uk/download/pdf/328065715.pdf> > Acesso em: 23 de novembro de 2023.

Cruz, C.B.M., et al. "Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1: 250.000." **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE,

Florianópolis, Brasil, 2007. Disponível em: <
<http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.22.53/doc/5691-5698.pdf> > Acesso em: 09 de agosto de 2022.

Develey, P.F.; Stouffer, P.C. Effects of roads on movements of understory birds in mixed-species flocks in Central Amazonian Brazil. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1416–1422, 2001.

Diegues, A.C.S.A. O Mito Moderno da Natureza Intocada. São Paulo: HUCITEC, 1996. Disponível em: <
<https://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/O%20mito%20modern%20o.compressed.pdf> > Acesso em: 06 de junho de 2023.

Ervin, J. Protected areas assessments in perspective. **BioScience**, V. 53, n. 9, p. 819-822, 2003.

Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Saúde. Plano Estadual de Saúde 2016-2019. Disponível em: <
<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=NjMwNg%2C%2C> > Acesso em: 24 de janeiro de 2023.

Francisco, A.M.; Matias, A.A.L. Educação Ambiental: Consciência e Prática no Complexo Escolar John Wesley-Methodista (Namibe). **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 14, n. 34, 2021. Disponível em: <
https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2906/2728 > Acesso em: 11 de agosto de 2022.

Fundação SOS Mata Atlântica. Fundação divulga mapeamento inédito da Mata Atlântica do Rio. 2015. Disponível em: <
<https://www.sosma.org.br/102355/levantamento-inedito-mata-atlantica-rio/> >
Acesso em: 18 de janeiro de 2023.

Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – INPE. 2002. Atlas da evolução dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 1995-2000: relatório final. São Paulo, Fundação S.O.S. Mata Atlântica/INPE.

Fundação SOS Mata Atlântica. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019/2020, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021. 73p.

Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – INPE. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2015-2016. Relatório final. São Paulo, 2017. 69p.

Geluda, L. Sustentabilidade Financeira das Unidades de Conservação Amazônicas: cenário atual e perspectivas das fontes de financiamento. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

Guedes, F.B. & Seehusen, S.E. Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, v. 272, 2011. Disponível em: < https://ciliosdoribeira.org.br/sites/ciliosdoribeira.org.br/files/arquivos/pagamentos_por_servicos_ambientais_na_mata_atlantica_2edicao_revisada.pdf > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística – IBGE. 2022. Sala de imprensa. Disponível em: < <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3220&busca=1&t=ibge-mapeia-cobertura-uso-terra-estado-rio-janeiro> > Acesso em: 18 de Janeiro de 2023.

IUCN 1994. Guidelines Protected Area Management Categories. **IUCN**, Gland, 66 p. Disponível em: < <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/pag-021.pdf> > Acesso em: 10 de agosto de 2023.

Joly, C.A.; Metzger, J.P. & Tabarelli, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New phytologist**, v. 204, n. 3, p. 459-473, 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/nph.12989> > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

Kareiva, P.; Watts, S.; McDonald, R. & Boucher T. Domesticated nature: Shaping landscapes and ecosystems for human welfare. **Science**, v. 316, p. 1866-1869, 2007.

Lemgruber, L.S. et al. Socioeconomic impacts of urban restoration in the Atlantic Forest, Brazil. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 64, p. 127271, 2021.

Lima, G.F.C. Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 85-111, 2004.

Lopes, J.G.; Vialôgo, T.M.L. Unidades de Conservação no Brasil. **Revista JurisFIB**, Bauru, SP, v. 4, ano 4, dez. 2013.

Lovejoy, T.E. Protected areas: a prism for a changing world. **Trends in Ecology & Evolution**, V 21, n. 3, p. 329-333, jun. 2006.

Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros / Ministério do Meio Ambiente. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas**. Núcleo Mata Atlântica e Pampa; organizadores Maura Campanili e Wigold Bertoldo Schaffer. – Brasília: MMA, 2010. 408 p.

Medeiros, J.S. Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Medeiros, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n.1, jan-jun. 2006.

Melo, F.P. et al. On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. **Trends in ecology & evolution**, v. 28, n. 8, p. 462-468, 2013.

Metzger, J.P. et al. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1166-1177, 2009.

Ministério Do Meio Ambiente. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros, 2002.

Muanis, M. M. et al. Quanto custa uma unidade de conservação federal?: uma visão estratégica para o financiamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Rio de Janeiro: **Funbio**, p. 52, 2009.

Myers, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

Myers, N.. Biodiversity hotspots revisited. **BioScience**, v.53, n. 10, p. 916-917, 2003.

Pacheco, A.A., Neves, A.C.O., & Fernandes, G.W. Uneven conservation efforts compromise Brazil to meet the Target 11 of Convention on Biological Diversity. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 16, n. 1, p. 43-48, 2018. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064417300561> > Acesso em: 18 de novembro de 2023.

Pinto, L.P. et al. Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. *Biologia da conservação: essências*. São Carlos: RiMa, p. 91-118, 2006. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/262910585_Mata_Atlantica_brasileira_Os_desafios_para_a_conservacao_da_biodiversidade_de_um_hotspot_mundial > Acesso em 08 de agosto de 2022.

Reis, A.; Zambonim, R.M. & Nakazono, E.M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**, 1999, São Paulo, Brasil. Disponível em: < http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_14.pdf. > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

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, p. 1141-1153, 2009.

Ring, I. Integrating local ecological services into intergovernmental fiscal transfers: the case of the ecological ICMS in Brazil. **Land use policy**, v. 25, n. 4, p. 485-497, 2008. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/222345716_Integrating_local_ecological_services_into_intergovernmental_fiscal_transfers_The_case_of_the_ecological_ICMS_in_Brazil > Acesso em: 21 de Novembro de 2023.

Da Duarte, C.F.D. A Biodiversidade nos grandes Remanescentes Florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica. São Carlos, SP: **RiMa**, 160p. 2003.

Rodrigues, P.J.F.P. & Nascimento, M.T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 63-74, 2006.

Rosa, M.R. et al. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science advances**, v. 7, n. 4, p. eabc4547, 2021. Disponível em: < <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abc4547> > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

Rylands, A.B. & Brandon, K. Brazilian protected areas. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 612-618, 2005

Santos, J.S. et al. Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, v. 88, n. November 2017, p. 414–424, 2018. Disponível em: < [Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1548865917311111) > Acesso em: 1 de outubro de 2023.

Semeia. Unidades de Conservação no Brasil: A Contribuição do Uso Público Para o Desenvolvimento Socioeconômico. São Paulo: Semeia, 2014. Disponível em: < <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/Passivo/UC%20Brasil.pdf> > Acesso em: 12 de agosto de 2023.

Do Código Florestal, Grupo de Trabalho et al. O código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo. O Código Florestal e a Ciência: contribuições para

o diálogo. São Paulo. **Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC**. Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011. 124p.

Silva, S.T.D. Reflexões sobre o “ICMS Ecológico”. **Desafios do direito ambiental no século XXI: estudos em homenagem a Paulo Affonso Leme Machado**. São Paulo: Malheiros, p. 754, 2005.

SOS Mata Atlântica. Relatório anual 2002. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 1995-2000**. 45 p. Disponível em: < <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.02.07.45/doc/RelatorioAtlas.pdf> > Acesso em: 01 de agosto de 2023.

SOS Mata Atlântica. Relatório anual 2020. **Fundação SOS Mata Atlântica**. 81 p. Disponível em: < https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Relatório_SOSMA_2020_01_COM-REVISÃO_12_07_2021.pdf > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

SOS Mata Atlântica. Aqui tem Mata? 2 ed. 2021. 38 p. Disponível em: < <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/05/aquitemmata2021V6.pdf> > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – INPE. 2019. Atlas dos Remanescentes Florestais de Mata Atlântica. **Relatório Técnico – Período 2017-2018**. Fundação SOS Mata Atlântica. 68 p.

Tabarelli, M. Tropical Biodiversity in Human-Modified Landscapes: What is our Trump Card? **Biotropica**, v.42, n.5, p.553–554, 2010

Tabarelli, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005. Disponível em: < https://www.academia.edu/30367029/Desafios_e_oportunidades_para_a_conservação_da_biodiversidade_na_Mata_Atlântica_brasileira?from=cover_page > Acesso em: 08 de agosto de 2022.

Valente, R.O.A. & Vettorazzi, C.A. Análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Corumbataí. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 114-119, 2005.

Veloso, H.P. & Goes Filho, L. 1982. Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL**. Série Vegetação 1: 1-80.

Weckmüller, R.; Zebende, J.V.J. & Vicens, R.S. Escolha do melhor descritor para a detecção de trajetórias em florestas tropicais utilizando os algoritmos LandTrendr. **Revista Continentes**, v. 7, n. 13, p. 68-84, 2018.

Wright, S.J. Tropical forests in a changing environment. **Trends in ecology & evolution**, v. 20, n. 10, p. 553-560, 2005.

Zanini, A.M. et al. Percepções de estudantes do Sul do Brasil sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. **Interciência**, v. 45, n. 1, p. 15-22, 2020.
Disponível em: <
<https://www.redalyc.org/journal/339/33962240003/33962240003.pdf> > Acesso em: 08 de agosto de 2022.