



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**FRAGMENTOS FLORESTAIS DA MICRORREGIÃO DE TRÊS RIOS,
RJ: AVALIAÇÃO DO TAMANHO E DO EFEITO DE BORDA**

Amanda Alice Braga de Oliveira

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

CO-ORIENTADOR: Dr. Sady Júnior Martins da Costa de Menezes

**TRÊS RIOS - RJ
DEZEMBRO – 2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**FRAGMENTOS FLORESTAIS DA MICRORREGIÃO DE TRÊS RIOS,
RJ: AVALIAÇÃO DO TAMANHO E DO EFEITO DE BORDA**

Amanda Alice Braga de Oliveira

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental,
como requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três
Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ
DEZEMBRO – 2024**

Oliveira, Amanda Alice Braga, 1999.

Fragmentos florestais da Microrregião de Três Rios, RJ: avaliação do tamanho e do efeito de borda/ Amanda Alice Braga de Oliveira. - 2024.
71f. : grafs., tabs.

Orientador: Fábio Souto de Almeida.

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

Bibliografia: f. 57-60.

1. cobertura florestal, diversidade biológica, Mata Atlântica, recursos naturais– Monografia. I. Almeidas, Fábio Souto. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**FRAGMENTOS FLORESTAIS DA MICRORREGIÃO DE TRÊS RIOS, RJ:
AVALIAÇÃO DO TAMANHO E DO EFEITO DE BORDA**

Amanda Alice Braga de Oliveira

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 10/12/2024

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br **FABIO SOUTO DE ALMEIDA**
Data: 10/12/2024 20:54:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Orientador Dr. Fábio Souto de Almeida

Documento assinado digitalmente
gov.br **SADY JUNIOR MARTINS DA COSTA DE MENEZES**
Data: 11/12/2024 09:03:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Co-orientador Dr. Sady Júnior Martins da Costa de Menezes

Documento assinado digitalmente
gov.br **JOSIELE BATISTA DA CRUZ SANSEVERINO GOM**
Data: 12/12/2024 12:08:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Josiele Batista da Cruz Sanseverino Gomury

MSc. Yasmin Martins de Albuquerque

Documento assinado digitalmente
gov.br **YASMIN MARTINS DE ALBUQUERQUE**
Data: 17/12/2024 13:45:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**TRÊS RIOS - RJ
DEZEMBRO – 2024**

Dedicatória

“Esta monografia é dedicada à minha família e amigos, especialmente à minha tia, Sheila Costa de Oliveira, que sempre estará no meu coração em qualquer nova etapa da minha vida e em todas as conquistas. Você é a estrela que brilha mais forte no céu.”

AGRADECIMENTO

Esta monografia é dedicada a agradecer a todos os meus familiares e amigos, que, de alguma forma, me apoiaram e sempre me impulsionaram a buscar o melhor para o meu futuro. Agradeço, especialmente, a Deus, pela força, sabedoria e orientação que me proporcionou ao longo desta trajetória.

Hoje, dia 9 de novembro de dois mil e vinte e quatro, nasceu a minha esperança. Hoje nasce Alice, minha sobrinha, e este é um agradecimento especial à vida dela e ao quanto esse ser tão pequeno já fez uma grande diferença na minha vida. Sou imensamente grata pela vida do meu irmão Rafael e da minha cunhada Camilla, que sempre foram inspirações para mim e agora me deram o maior presente que já recebi até hoje.

Gostaria de estar no hospital com eles, de poder abraçá-los e segurar Alice no colo, tirar uma foto e guardar como recordação do seu primeiro dia de vida. Mas estamos a exatos 7.634 km de distância. Já que isso não é possível, deixo aqui, em forma de dedicatória para minha monografia, uma lembrança do quanto Alice é importante para mim. Minha sobrinha linda, de certo modo, você me deu forças para continuar esse trabalho, mesmo sem saber.

Para nós, mulheres, o mundo é sempre mais desafiador, sempre há mais cobranças. Mas, Alice, você veio de uma família de mulheres fortes e, sem dúvidas, um dia também será uma delas. Obrigada por existir, por ter vindo ao mundo, por fazer parte da nossa família. Saiba que sua tia te ama mais do que poderia expressar em palavras, e que você sempre poderá contar comigo, independente da distância que nos separa.

Mãe, Tércia, muito obrigada por ser essa mulher forte, cheia de sonhos e batalhadora que você é. Agradeço por todo o carinho e por confiar que cursar este curso, que era o meu sonho. Você me deu forças para crescer e evoluir em outra cidade completamente desconhecida e sempre acreditou em mim, na minha capacidade de crescer e alcançar meus objetivos. Pai, Adilson, muito obrigada por todos os conselhos e ensinamentos de vida que o senhor me deu durante todo esse tempo. Obrigada por sempre se preocupar comigo e por estar presente sempre que precisei, mesmo que isso significasse fazer mais de quatro horas de viagem. Tenho muito orgulho de ser filha de vocês e dedico este trabalho a todos os esforços que fizeram por mim! Meu irmão, sinto falta de você todos os dias. Muito obrigada por toda a força e coragem que você me deu para que eu conseguisse me mudar e ter uma vida independente. Obrigada por ser meu irmão mais velho, que mesmo sem perceber sempre me

deu inspiração e coragem. E claro, agora me deu o meu maior presente, minha sobrinha. Amo muito vocês: pai, mãe e irmão!

Meu amor, João Paulo, muito obrigada por todos os abraços e palavras de conforto nos momentos mais difíceis. Quando eu achava que não conseguiria, você sempre esteve ao meu lado, me consolando e me dando força. Desde o início da faculdade, quando fiquei doente e triste por estar longe da minha família, você passou dias e noites comigo em diferentes hospitais. Nunca vou me esquecer disso. Você é a minha casa, o lugar onde encontro acolhimento, amor e paz. Sou imensamente grata por toda a ajuda, cuidado e dedicação que você teve comigo até aqui. Você foi uma das peças mais importantes nesta etapa da minha vida, e não poderia deixar de te agradecer por tudo o que fez por mim. Te amo demais!

Às minhas amigas, todo o meu carinho! Fernanda, muito obrigada por todos os convites que você sabia que eu não aceitaria, mas que, mesmo assim, você continuava fazendo. Você não desiste de mim! Saiba que esses convites foram extremamente importantes para mim, assim como todas as conversas profundas que tivemos. Você é a pessoa mais atenciosa e prestativa que conheço, e sou imensamente grata por ter você na minha vida, especialmente em um momento tão importante. Obrigada por tudo! Ana Clara, sinto falta de você todos os dias no trabalho. Sua personalidade única e seu coração bondoso me fazem querer nunca perder a sua amizade. Você tem o dom de me fazer rir, e na verdade, de fazer qualquer pessoa rir! Sei que sempre posso contar com o seu carinho e afeto, independentemente do tempo e da distância. Lailina, se tem uma palavra que te define, é carinho. Amo o seu jeito de sempre se importar com os outros, sendo sempre tão carinhosa e bondosa. Sinto muita falta das nossas tardes de café amiga. Quero você para sempre na minha vida, para colocarmos as fofocas em dia e ter aquele abraço quentinho. Amandinha, seu jeito fofo e sempre atencioso com suas amigas me faz querer sempre estar perto de você. Além disso, você sempre solta algo empolgante quando menos esperamos! Hahaha. Espero que tenhamos muitos passeios chics futuramente para rirmos bastante! Amo muito todas vocês e sou muito grata por poder chamá-las de amigas!

Sou muito grata também à empresa Ambiental Pro, onde atualmente trabalho, e à equipe que, de certa forma, me ajudou com este trabalho. Em especial, agradeço ao Henrique por sempre me ajudar quando precisei e por me incentivar a pensar mais alto. Muito obrigada a todos!

Todo carinho e gratidão aos meus orientadores, Fábio e Sady, que acreditaram no meu potencial e no valor científico desta monografia. Agradeço por todo o apoio e pela orientação

necessária para a realização deste trabalho. Vocês foram essenciais para o desenvolvimento desta monografia. Muito obrigada!

“Quem vai ao mar prepara-se em terra.”
(Provérbio português)

RESUMO

Os ecossistemas florestais do Bioma Mata Atlântica foram expressivamente afetados pelas atividades antrópicas ao longo de mais de cinco séculos após o início da colonização portuguesa, estando reduzidos e fragmentados. Esta situação ameaça muitas espécies nativas, os recursos naturais, a adequada condição ambiental e os serviços ecossistêmicos relevantes para a sociedade. Neste estudo, o objetivo foi apresentar uma avaliação atualizada da configuração espacial dos remanescentes florestais da Microrregião de Três Rios, RJ. Foi utilizado o software QGIS para integrar dados acerca dos remanescentes florestais da Microrregião. As informações utilizadas no estudo foram obtidas a partir do banco de dados do MapBiomas, referente ao ano de 2023. Para cada fragmento florestal obteve-se o tamanho e o perímetro. Sapucaia apresentou a maior área com florestas (18091,39 ha), seguido de Paraíba do Sul (12752,25 ha), Três Rios (6743,10 ha), Areal (3465,66 ha) e Comendador Levy Gasparian (2340,43 ha). A porcentagem de cobertura florestal também foi maior em Sapucaia (33,46 %), porém Areal teve a segunda maior porcentagem de território coberto por florestas (31,30 %), seguido de Paraíba do Sul (22,33%), Comendador Levy Gasparian (21,54 %) e Três Rios (20,89 %). Em relação ao tamanho dos fragmentos florestais, observa-se um padrão entre os municípios analisados, com a maioria dos remanescentes florestais concentrando-se na classe de tamanho de até 1 ha. Para os fragmentos florestais menores que 1 ha as proporções por município foram: Comendador Levy Gasparian (55,8%); Areal (58,7%); Três Rios (63,5%); Sapucaia (63,2%); e Paraíba do Sul (59,4%). Observou-se ainda uma expressiva porcentagem de fragmentos com até 5 ha. Para os fragmentos florestais com tamanhos entre 1 ha e 5 ha, os percentuais observados foram: Comendador Levy Gasparian (29,3%); Areal (26,5%); Três Rios (25,5%); Sapucaia (23,1%); e Paraíba do Sul (24,5%). No município de Sapucaia apenas 3,9% dos fragmentos florestais possuíam mais de 50 ha e os demais municípios apresentaram valores ainda menores: Areal (2,4%); Comendador Levy Gasparian (1,8%); Três Rios (1,6%); e Paraíba do Sul (1,6%). Considerável porcentagem dos fragmentos florestais apresentaram Índice de Circularidade acima de 0,8, especialmente no Município de Sapucaia (37,9%) e Areal (31,6%), indicando que o seu formato se assemelha ao círculo e apresentam reduzido efeito de borda. É necessário implementar projetos de revegetação na Microrregião de Três Rios visando principalmente aumentar a cobertura florestal e a conectividade entre os remanescentes florestais, contribuindo para salvaguardar espécies nativas e fomentar a provisão de serviços ecossistêmicos. Na Microrregião em estudo, atualmente os municípios de Areal e Sapucaia apresentam as melhores condições para a manutenção da biodiversidade, dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: cobertura florestal, diversidade biológica, Mata Atlântica, recursos naturais, Fragmentos florestais.

ABSTRACT

The forest ecosystems of the Atlantic Forest Biome have been significantly affected by anthropic activities over more than five centuries since the beginning of Portuguese colonization, being reduced and fragmented. This situation threatens many native species, natural resources, suitable environmental conditions, and ecosystem services relevant to society. In this study, the objective was to present an updated assessment of the spatial configuration of forest remnants in the Três Rios Microregion, RJ. The QGIS software was used to integrate data about the forest remnants in the microregion. The information used in the study was obtained from the MapBiomias database, referring to the year 2023. For each forest fragment, size and perimeter were obtained. Sapucaia presented the largest area with forests (18,091.39 ha), followed by Paraíba do Sul (12,752.25 ha), Três Rios (6,743.10 ha), Areal (3,465.66 ha), and Comendador Levy Gasparian (2,340.43 ha). The percentage of forest cover was also highest in Sapucaia (33.46%), but Areal had the second highest percentage of forest-covered territory (31.30%), followed by Paraíba do Sul (22.33%), Comendador Levy Gasparian (21.54%), and Três Rios (20.89%). Regarding the size of forest fragments, a pattern is observed among the analyzed municipalities, with most forest remnants concentrated in areas of up to 1 ha. For forest fragments smaller than 1 ha, the proportions at municipalities were as follows: Comendador Levy Gasparian (55.8%); Areal (58.7%), Três Rios (63.5%), Sapucaia (63.2%), and Paraíba do Sul (59.4%). A significant percentage of fragments up to 5 ha was also observed. For forest fragments ranging from 1 ha to 5 ha, the observed percentages are: Comendador Levy Gasparian (29.3%); Areal (26.5%); Três Rios (25.5%); Sapucaia (23.1%); and Paraíba do Sul (24.5%). In the municipality of Sapucaia, only 3.9% of forest fragments were larger than 50 ha, and the other municipalities presented even lower values: Areal (2.4%), Comendador Levy Gasparian (1.8%), Três Rios (1.6%), and Paraíba do Sul (1.6%). A considerable percentage of forest fragments showed a Circularity Index above 0.8, especially in the municipalities of Sapucaia (37.9%) and Areal (31.6%), indicating that their shape resembles a circle, with reduced edge effects. It is necessary to implement revegetation projects in the Três Rios Microregion, aiming primarily to increase forest cover and connectivity between forest remnants, contributing to safeguarding native species and fostering the provision of ecosystem services. In the studied microregion, the municipalities of Areal and Sapucaia currently present the best conditions for maintaining biodiversity, natural resources, and ecosystem services.

Keywords: forest cover, biological diversity, Atlantic Forest, natural resources, forest fragments.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

APA : Área de Proteção Ambiental

APP : Área de Preservação Permanente

EMBRAPA : Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO : Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

ha : Hectares

IBGE : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC : Índice de Circularidade

km² : Quilômetros quadrados

MMA : Ministério do Meio Ambiente

MONA : Monumento Natural

PNM : Parque Natural Municipal

QGIS : Sistema de Informações Geográficas Quantum

REVIS : Refúgio de Vida Silvestre

SIG : Sistemas de Informação Geográfica

% : Porcentagem

π : Constante matemática Pi

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Diferenças entre os formatos de representar os dados geográficos (raster e vetor).....20
- Figura 2.** Microrregião de Três Rios-RJ, com a delimitação dos municípios de Areal, Comendador Levy Gasparian, Paraíba do Sul, Sapucaia e Três Rios.....24
- Figura 3.** Fluxograma do processo aplicado para a modelagem e estruturação das informações.....27
- Figura 4.** Fragmentos florestais do município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.....28
- Figura 5.** Fragmentos florestais do município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....29
- Figura 6.** Fragmentos florestais do município de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.....29
- Figura 7.** Fragmentos florestais do município de Areal, Estado do Rio de Janeiro.....30
- Figura 8.** Fragmentos florestais do município de Comendador Levy Gasparian, Estado do Rio de Janeiro.....30
- Figura 9.** Porcentagem do território dos municípios da Microrregião de Três Rios, Rio de Janeiro, com e sem cobertura florestal.....31
- Figura 10.** Fragmentos Florestais Microrregião Três Rios.....32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Dados gerais dos municípios da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.....25.
- Tabela 2.** Área do território e da cobertura florestal dos cinco municípios da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.....28.
- Tabela 3.** Tabela 3. Comparação de números de Fragmentos Florestais entre os trabalhos de Silvério Neto (2014) e Amanda Braga (2024).....33.
- Tabela 4.** Classes de tamanho dos fragmentos florestais e frequência de ocorrência (Fr) dos cinco municípios da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.....35.
- Tabela 5.** Classes de Índice de Circularidade dos fragmentos florestais dos cinco municípios da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.....37.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO GERAL	18
1.1.1 Objetivos Específicos	18
2. REVISÃO TEÓRICA	18
2.1 MATA ATLÂNTICA	18
2.2 GEOPROCESSAMENTO	19
2.3 MAPBIOMAS	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1. ÁREA DE ESTUDO	22
3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
6. REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

A redução das áreas cobertas com florestas tropicais é um dos mais graves problemas ambientais, principalmente no Brasil, cujo território apresenta elevada biodiversidade associada à suas florestas, a exemplo dos biomas Amazônia e Mata Atlântica (IBGE 2024, MMA 2024). As causas da supressão das florestas tropicais brasileiras incluem o avanço da fronteira agropecuária e a expansão de áreas urbanas, além da extração de madeira, com as queimadas também podendo ser consideradas como um problema relevante para a conservação dos ecossistemas florestais (Arraes et al. 2012, MapBiomas 2022, Fausto et al. 2023).

O desmatamento provoca vários problemas de elevada magnitude, afetando não somente os sistemas ecológicos, mas também processos produtivos e toda a sociedade (Almeida et al. 2017, Almeida & Vargas, 2017, Almeida 2020, Fausto et al. 2023). A supressão de florestas nativas gera a degradação da qualidade do solo, impacta negativamente a qualidade e o volume de água superficial e subterrânea, altera o clima local e tem potencial de mudar até mesmo o clima global, gera a perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos, como as atividades recreativas em contato com a natureza, o controle biológico de pragas e a polinização de plantas (Almeida et al. 2017, Almeida & Vargas, 2017, Almeida 2020, Fausto et al. 2023).

Várias medidas são executadas visando conter a redução da área com cobertura florestal no Brasil e a consequente degradação ambiental associada (Almeida & Vargas, 2017). Entre essas medidas, destaca-se a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), que estabelece normas específicas para a proteção e uso sustentável da vegetação nativa do bioma, considerado um dos mais ameaçados do Brasil. Essa lei é fundamental para assegurar a preservação da biodiversidade, orientar a recuperação de áreas degradadas e regulamentar o manejo sustentável, além de contribuir para a conservação dos serviços ecossistêmicos essenciais. Governos municipais, estaduais e o federal criaram Unidades de Conservação, o Código Florestal brasileiro (Lei Federal Nº 12.651 de 2012) exige a proteção das Áreas de Preservação Permanentes (APP) e Reservas Legais, as Terras indígenas protegem de forma eficiente a biodiversidade nativa, também sendo implementados projetos de educação ambiental e realizados o monitoramento e a fiscalização (Brasil 2012, Lima 2020, Gonçalves et al. 2021). O monitoramento da cobertura florestal é essencial para planejar a sua conservação (Silverio Neto et al. 2015, Lima 2020). Para isso, atualmente são usadas técnicas

de geoprocessamento, avaliando a porcentagem de cobertura florestal, o tamanho dos remanescentes florestais, a incidência do efeito de borda e o nível de isolamento, pois são parâmetros relevantes para a conservação da biodiversidade e para a sustentabilidade dos ecossistemas florestais (Bento 2014, Silverio Neto et al. 2015, Lima 2020,). Além disso, reflorestamentos podem ser planejados para aumentar a área com cobertura florestal, além de reduzir o isolamento entre os fragmentos florestais e o efeito de borda (Almeida et al. 2011, Bento 2014, Lima 2020).

O monitoramento da cobertura florestal é especialmente relevante para biomas como a Mata Atlântica, cujos ecossistemas florestais estão sob ameaça devido às inúmeras atividades antrópicas que ocorrem na extensão do bioma e alteram grandemente ou até destroem totalmente a paisagem natural (Tabarelli et al. 2005, Silverio Neto et al. 2015), restando 24,3% da sua formação florestal (MapBiomas 2022). Este cenário, aliado à expressiva diversidade biológica e elevada presença de espécies que só ocorrem na região, proporcionou que a Mata Atlântica fosse apontada como *hotspot* de diversidade biológica, região onde a preservação e conservação do patrimônio biológico natural devem ter prioridade (Myers 2000, Branco et al. 2021).

Além da biodiversidade, a área do bioma apresenta outros importantes bens naturais, como os recursos hídricos, cuja conservação é fundamental para um território onde se encontra cerca de 70% da população brasileira, inúmeras áreas cultivadas e relevantes polos industriais (MapBiomas 2022). Assim, proteger os remanescentes florestais do bioma e planejar a restauração das áreas degradadas é relevante para o desenvolvimento sustentável da região, inclusive mantendo os importantes serviços ambientais prestados pelos ecossistemas (Almeida et al. 2011, Parron et al. 2015).

Na região Centro-Sul Fluminense, a Microrregião de Três Rios é composta por cinco municípios (Areal, Comendador Levy Gasparian, Paraíba do Sul, Sapucaia e Três Rios) onde ocorreram ciclos econômicos que alteraram expressivamente a paisagem natural, inclusive reduzindo e fragmentando consideravelmente a cobertura florestal, ocorrendo elevada frequência de remanescentes florestais com considerável efeito de borda (Silverio Neto 2014, Silverio Neto et al. 2015, Lima 2020). É relevante atualizar as informações sobre a cobertura florestal da microrregião para embasar o planejamento da conservação desses ecossistemas florestais e os serviços ecossistêmicos que ofertam à sociedade.

Tendo em vista o exposto acima, este trabalho apresenta informações atuais sobre a cobertura florestal dos municípios da Microrregião de Três Rios, incluindo a distribuição dos fragmentos florestais, a análise dos seus tamanhos e do efeito de borda.

1.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar uma avaliação atualizada da configuração espacial dos remanescentes florestais da Microrregião de Três Rios, RJ..

1.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar o tamanho e o efeito de borda dos fragmentos florestais dos municípios da Microrregião de Três Rios, considerando métricas como o Índice de Circularidade.
- Desenvolver mapas temáticos detalhando a distribuição espacial e os parâmetros dos fragmentos florestais, utilizando ferramentas de geoprocessamento como o QGIS.
- Realizar uma análise comparativa com estudos anteriores, destacando mudanças na configuração florestal e conectividade entre fragmentos ao longo dos anos.
- Quantificar a redução da cobertura florestal e identificar padrões de fragmentação que influenciam na conservação da biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos.
- Identificar áreas prioritárias para conservação e reflorestamento, propondo diretrizes para a conectividade entre remanescentes florestais.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta. Ela abriga uma imensa variedade de espécies, além de ecossistemas únicos que desempenham funções essenciais para o equilíbrio ambiental. A criação da Lei nº 11.428/2006 é como um divisor de águas na proteção desse bioma, reconhecendo-o como um patrimônio nacional e

estabelecendo regras claras para sua conservação Gaio (2006). Essa lei reafirma a importância da Mata Atlântica para o país e incentiva não apenas sua preservação, mas também o uso sustentável de seus recursos naturais.

Além da biodiversidade, a Mata Atlântica tem um papel vital na oferta de serviços ambientais, como a regulação do clima, a proteção da qualidade do ar e a preservação dos recursos hídricos. O bioma é indispensável para as regiões urbanizadas do Brasil, já que sua vegetação ajuda a proteger nascentes de água potável e reduz os riscos de enchentes e deslizamentos, especialmente nas áreas montanhosas Lopes Bastos (2007). Sua presença não só garante a sobrevivência da fauna e flora, mas também traz segurança e qualidade de vida para milhões de pessoas.

Além de sua importância ambiental, a Mata Atlântica é parte de um legado cultural e histórico. Por séculos, suas riquezas naturais sustentaram comunidades que vivem em harmonia com a floresta. A preservação desse bioma não é apenas uma questão ecológica, mas também social, já que muitas populações tradicionais dependem diretamente da floresta para sua subsistência Munhoz (2020). A legislação busca equilibrar as necessidades humanas com a proteção ambiental, promovendo a regeneração das áreas degradadas.

Embora bastante fragmentada, a Mata Atlântica possui um incrível potencial de regeneração Policarpo Machado (2010). Com as medidas corretas de manejo e proteção, é possível recuperar parte significativa desse bioma. Isso exige planejamento estratégico e o uso de técnicas específicas que favoreçam o retorno da vegetação nativa, fortalecendo os ecossistemas locais.

Os retrocessos na legislação ambiental representam uma ameaça séria aos esforços de conservação da Mata Atlântica, comprometendo décadas de avanços. A proteção do bioma depende não apenas de leis como a Lei da Mata Atlântica, mas também de uma fiscalização consistente e de um compromisso político e social Varjabedian (2016). A preservação efetiva desse patrimônio exige mais do que regras no papel; requer ações concretas e uma mobilização coletiva para garantir um futuro sustentável.

2.2. GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento é uma área que une diferentes conhecimentos, como tecnologia computacional, ciência geográfica e análise espacial, para trabalhar com dados relacionados à localização geográfica. Ele envolve desde a coleta e organização de informações espaciais até

o processamento, análise e apresentação visual desses dados. Essa abordagem cria uma base confiável para tomar decisões mais informadas. Como destacado por Longley et al. (2005), o geoprocessamento combina ciência geográfica, tecnologia computacional e análise espacial, tornando-se essencial para decisões fundamentadas em diversas áreas.

Uma das principais características do geoprocessamento é o uso de dois tipos de formatos para representar os dados geográficos: raster e vetor. O modelo raster funciona como uma grade composta por pequenos quadrados, chamados de pixels. Cada pixel guarda um valor que representa uma característica, como altitude, temperatura ou uso do solo. Ele é ideal para analisar fenômenos contínuos, como mapas de calor ou imagens de satélite.

Já o modelo vetorial organiza os dados em formas geométricas bem definidas, como pontos, linhas e polígonos. Pontos mostram locais específicos, como cidades ou árvores; linhas representam elementos lineares, como ruas ou rios; e os polígonos delimitam áreas, como bairros ou corpos d'água. Segundo Tomlinson (2003), os modelos raster são amplamente aplicados para fenômenos contínuos, enquanto os modelos vetoriais são preferidos para representar formas geométricas específicas, como pontos e polígonos. Esses dois formatos se complementam e ajudam a criar uma visão mais detalhada do espaço.

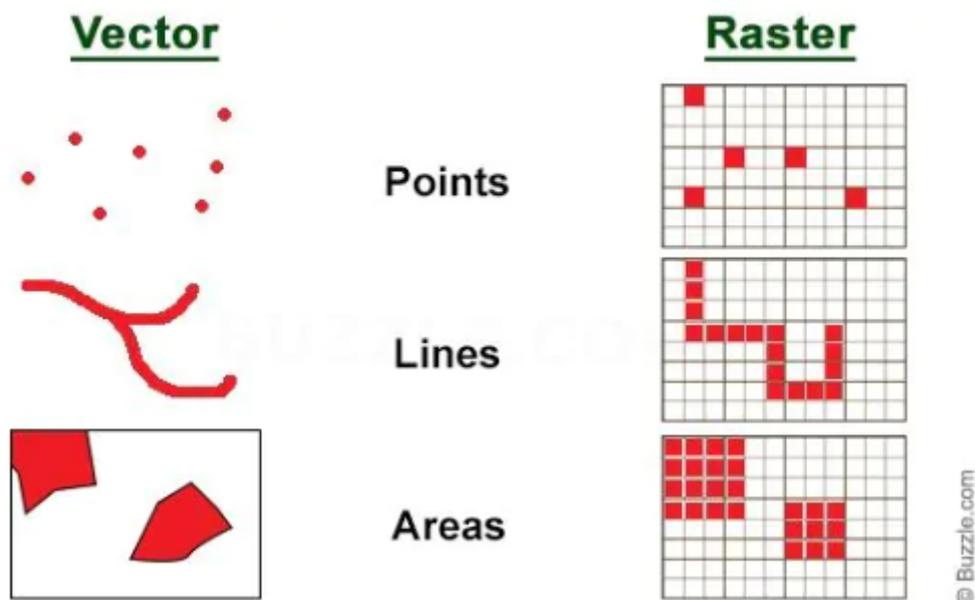


Figura 1. Diferenças entre os formatos de representar os dados geográficos (raster e vetor).

Fonte: Giovanini (2024).

Dentro desse universo, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) têm um papel essencial. Segundo Aronoff (1989), SIGs podem ser descritos como “um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados”. Já Burrough (1986) define os SIGs como “um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real”. Para Cowen (1988), constituem “um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas”. Essas ferramentas permitem organizar, processar e analisar informações espaciais de maneira eficiente, tornando-as indispensáveis para diversos setores.

Um dos grandes pontos do geoprocessamento é sua capacidade de realizar análises espaciais, que vão além de apenas localizar dados no mapa. Conforme Maguire (1991), a análise espacial busca também entender as conexões entre diferentes informações, ajudando a interpretar fenômenos e a criar soluções para problemas. Por exemplo, ela pode ser usada para identificar áreas de risco ambiental, medir os efeitos de políticas públicas ou otimizar o uso de recursos em atividades como agricultura ou transporte.

O impacto prático do geoprocessamento pode ser visto em várias áreas. No planejamento urbano, ajuda a mapear a ocupação do solo e a planejar a infraestrutura de cidades. Na agricultura de precisão é usado para calcular a quantidade ideal de insumos, como fertilizantes e água, com base em dados sobre solo e clima. Na gestão ambiental, destaca-se por possibilitar análises espaciais e modelagens que auxiliam no monitoramento de mudanças no uso da terra, na preservação de áreas naturais e no combate ao desmatamento, conforme discutido por Hamburger e Araújo (2019). E na logística, ele é útil para planejar rotas mais eficientes e gerenciar estoques com mais agilidade.

Ao integrar dados espaciais e descritivos, o geoprocessamento, por meio de ferramentas como os SIGs, transforma informações brutas em mapas, gráficos e modelos que ajudam a compreender e resolver problemas. Esses sistemas, conforme destacado por Ferreira (2006), possibilitam a manipulação e a análise de informações geográficas de maneira eficiente, oferecendo suporte essencial para a tomada de decisões e o planejamento. Assim, eles sintetizam grandes volumes de dados e os apresentam de forma clara, fortalecendo seu papel como ferramenta indispensável em um mundo que depende cada vez mais de análises precisas e bem fundamentadas.

2.3 MAPBIOMAS

O MapBiomias é um projeto colaborativo que mapeia anualmente a cobertura e o uso da terra no Brasil desde 1985, utilizando tecnologia de sensoriamento remoto, aprendizado de máquina e plataformas de processamento em nuvem. Desenvolvido por uma rede de universidades, ONGs e empresas de tecnologia, o MapBiomias tem como objetivo principal fornecer dados confiáveis e detalhados para subsidiar o monitoramento ambiental, a pesquisa científica e a formulação de políticas públicas (Souza et al. 2020).

A metodologia do MapBiomias baseia-se em imagens de satélites da série Landsat, que oferecem uma resolução espacial de 30 m, permitindo a análise de detalhes finos da paisagem. Essas imagens são processadas no Google Earth Engine, uma plataforma que permite o armazenamento e processamento em nuvem de grandes volumes de dados geoespaciais. O MapBiomias emprega algoritmos de classificação supervisionada baseados em aprendizado de máquina, treinados com amostras validadas por especialistas em ecologia e uso da terra. A classificação pixel a pixel resulta em mapas anuais segmentados por biomas, estados e municípios, cobrindo toda a extensão do território brasileiro (MapBiomias ATBD 2018, Souza et al. 2020).

O banco de dados do MapBiomias é composto por uma série temporal de mapas anuais que documentam as mudanças na cobertura e no uso da terra. Esses mapas são categorizados em classes como florestas, agricultura, pastagens, áreas urbanas e corpos d'água. Além disso, a plataforma disponibiliza dados detalhados sobre desmatamento, regeneração e conversão de usos do solo, que podem ser acessados gratuitamente pelo público geral e por pesquisadores. Os algoritmos utilizados são atualizados constantemente para melhorar a precisão das classificações, integrando variáveis climáticas, sazonais e espectrais (Evaluation of MapBiomias Project 2019, Souza et al. 2020).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo aborda a Microrregião de Três Rios-RJ (1.171,571 km²), que é composta pelos municípios de Três Rios, Areal, Comendador Levy Gasparian, Paraíba do Sul e Sapucaia e faz parte do bioma Mata Atlântica (Figura 2). As tipologias florestais são a Floresta Ombrófila e a Floresta Estacional Semidecidual, com esta última ocorrendo na maior parcela da área em estudo (Estado do Ambiente 2011, Silvério Neto 2014).

A microrregião possui clima subúmido variando de tropical a subtropical, com verão chuvoso e inverno seco, com valores médios anuais de chuva entre 1050 mm a 1300 mm e de temperatura média oscilando de 21°C e 23°C (EMBRAPA 2003). O relevo conhecido como ‘mar de morros’ predomina na microrregião, com elevações de 100 a 400 metros, e os tipos de solo incluem os Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos e Neossolos (Dantas et al. 2011, Estado do Ambiente, 2011, Silvério Neto 2014).

Os cinco municípios da microrregião possuem diversas unidades de conservação, cada uma com características próprias e níveis variados de conservação e de detalhamento nas informações disponíveis. Em Três Rios foram estabelecidas seis unidades: a Área de Proteção Ambiental Bemposta, com 19.942,49 ha; a Área de Proteção Ambiental Vale do Morro da Torre, com 4.236,58 ha; a Área de Proteção Ambiental Santa-Fé, com 1.841,22 ha; o Monumento Natural Municipal Encontro dos Três Rios, com 267,53 ha; a Área de Proteção Ambiental Lago do Caça e Pesca, com 32,94 ha; e o Parque Natural Municipal de Três Rios, com 26,2 ha (Silvério Neto et al., 2015).

Em Comendador Levy Gasparian encontram-se o Parque Municipal Ecológico Natural da Pedra de Paraibuna, criado pelo Decreto Municipal nº 1.119, de 22 de dezembro de 2010, e o Parque Natural Municipal Fazenda das Laranjeiras, com área de 14,5 hectares, instituída pelo Decreto nº 2.445, de 3 de abril de 2024. Também abriga três Áreas de Proteção Ambiental (APAs): a APA Grotão, com 11.343,64 m²; a APA Fábrica, criada pelo Decreto nº 1.588, de 27 de março de 2017; e a APA Fonseca Almeida, com 2.248,17 m², previstas pelo Decreto nº 1.186, de 29 de dezembro de 2011 (Prefeitura Municipal de Levy Gasparian, 2024)

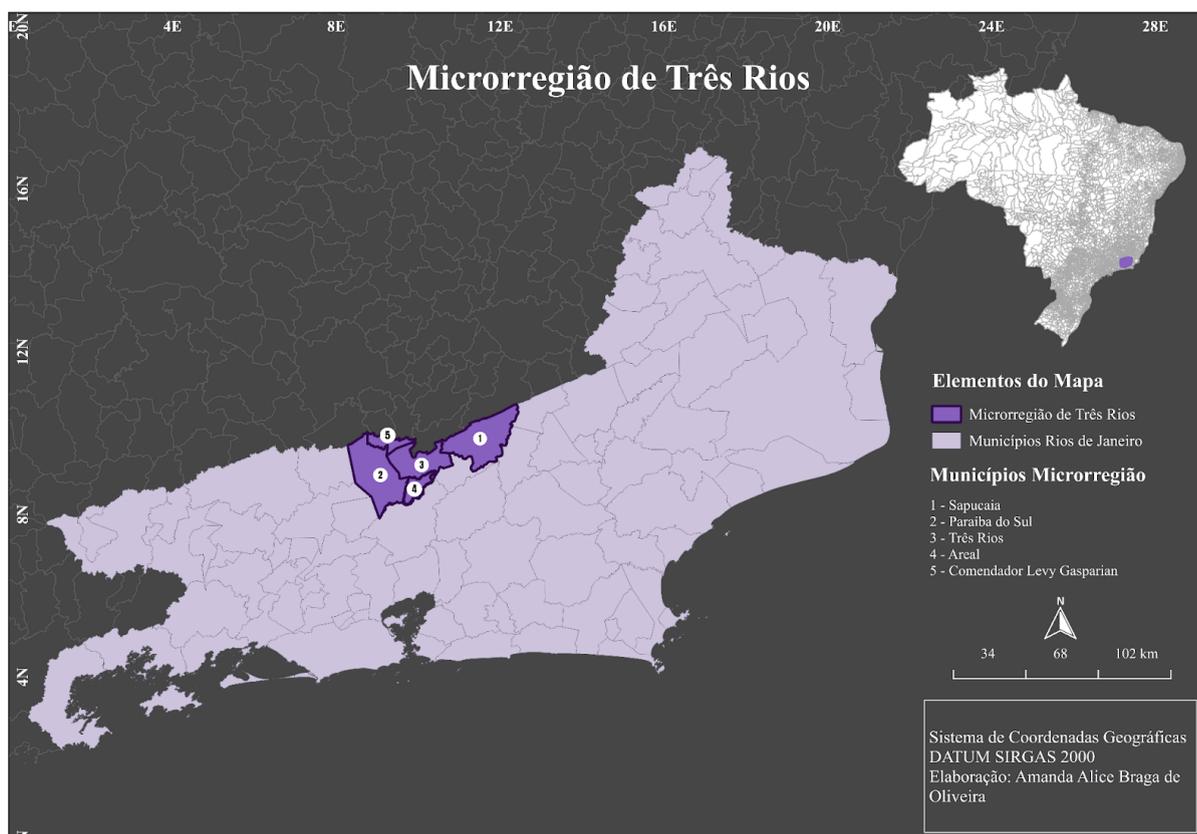


Figura 2. Microrregião de Três Rios-RJ, com a delimitação dos municípios de Areal, Comendador Levy Gasparian, Paraíba do Sul, Sapucaia e Três Rios. Fonte: Amanda Braga (2024).

No município de Areal existem cinco unidades de conservação, sendo elas a Área de Proteção Ambiental Vale dos Fagundes, com 3.720,3 ha; a Área de Proteção Ambiental Vale do Piabanha, com 3.549,6 ha; a Área de Proteção Ambiental Vale do Morro Grande, com 785,9 ha; o Monumento Natural Municipal Pico do Cambote, com 449,59 ha; o Parque Natural Municipal Odette de Lima Soares, com 2,2 ha; e o Parque Natural Municipal Alberto Torres, com área total de 46.334 m² (Prefeitura Municipal de Areal 2023)

Sapucaia, por sua vez, conta com onze unidades de conservação: APA de Calçadinho, APA de Conceição, APA de Emboabas, APA de Moreiras, APA de Nossa Senhora Aparecida, APA de Nossa Senhora de Santana, APA de Pedra de Amolar, APA de Quilombo, APA de Santa Bárbara, APA de Santo Antônio e o Parque Municipal de Preservação Ambiental Antônio Alves da Silva. No entanto, as dimensões dessas áreas não estão disponíveis nas fontes acessadas, evidenciando a falta de dados mais detalhados (Sapucaia 2024).

Em Paraíba do Sul destacam-se três unidades de conservação: a Área de Proteção Ambiental Rainha das Águas, que abrange todo o território municipal; o Monumento Natural

Pedra da Tocaia, instituído pelo Decreto Municipal nº 1.100/2013; e o Monumento Natural Monte Cristo, criado pelo Decreto Municipal nº 1.099/2013. Assim como em Sapucaia, não há informações sobre as dimensões dessas áreas nos registros consultados (Lima et al. 2020).

Além disso, a Unidade de Conservação criada pelo governo estadual denominada Refúgio de Vida Silvestre do Médio Paraíba perpassa os municípios de Paraíba do Sul e Três Rios (Inea 2024). Esta unidade foi estabelecida com o Decreto Estadual nº 45.659 de maio de 2016 e engloba, basicamente, o Rio Paraíba do Sul e suas margens, incluindo ilhas formadas pelo rio (Inea 2024).

A tabela a seguir (Tabela 1) apresenta um resumo das características dos municípios da microrregião, com informações sobre área, população, densidade demográfica e PIB per capita, conforme dados fornecidos pelo IBGE (2021, 2022). Esses indicadores oferecem uma visão geral das condições econômicas e demográficas de cada localidade, permitindo identificar diferenças e peculiaridades entre os municípios.

Tabela 1. Dados gerais dos municípios da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro. Fonte dos dados: IBGE (2021, 2022).

Município	Área (km ²)	População	Densidade Demográfica (hab/km ²)	PIB per capita (R\$)
Três Rios	322,843	78.346	242,68	76.977,4
Areal	110,724	11.828	106,82	33.490,8
Comendador Levy Gasparian	108,639	8.741	80,46	70.311,39
Paraíba do Sul	571,118	42.063	73,65	28.006,34
Sapucaia	540,673	17.729	32,79	54.765,99

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho foi utilizado o software QGIS Desktop 3.38.3 para integrar dados e criar os mapas com a espacialização dos remanescentes florestais da Microrregião de Três Rios. Os dados foram obtidos no formato raster, a partir do banco de dados da Coleção 9 – Cobertura e Uso da Terra do MapBiomias, disponível no portal do MapBiomias na internet, que fornece informações detalhadas sobre a cobertura e o uso da terra no Brasil, referente ao

ano de 2023 (MapBiomas 2024). O arquivo “brasil_coverage_2023” foi baixado diretamente do *website* e utilizado para identificar as áreas de interesse da pesquisa. Para isso, realizou-se o recorte específico das vegetações da Microrregião de Três Rios, delimitado pelos municípios de Três Rios, Paraíba do Sul, Sapucaia, Areal e Comendador Levy Gasparian.

Como os dados originais estavam no formato raster, foi necessário realizar sua conversão para o formato vetorial, permitindo a criação de tabelas de atributos para cada município. Essas tabelas incluíram informações como ID (identificação), área (em hectares) e perímetro. Assim, com o QGIS foi obtida a área e o perímetro de cada fragmento florestal. Por fim, o mapa resultante com a espacialização dos fragmentos florestais foi elaborado utilizando o "Layout de Impressão" do QGIS, incluindo título, legendas, barra de escala e créditos do autor. As etapas do processo podem ser visualizadas na Figura 3.

Para estudar o efeito de borda nos fragmentos florestais da microrregião foi calculado o Índice de Circularidade, que foi obtido conforme abaixo:

$$R = P / 2\pi ; \quad A2 = \pi R^2 ; \quad IC = \sqrt{(A1/A2)}$$

Sendo: P = perímetro de cada fragmento florestal obtido na análise; R = raio do círculo; A1 = área do fragmento florestal obtida na análise; A2 = área do círculo de igual perímetro ao do fragmento florestal; IC = Índice de Circularidade (Borges et al. 2004; Silverio Neto et al. 2015, Lima et al. 2020).

Foi obtida a área coberta por florestas e a porcentagem da cobertura florestal de cada município. Os fragmentos florestais de cada município foram separados em classes de tamanho e de índice de circularidade, conforme metodologia utilizada por outros autores (Silverio Neto 2014, Silverio Neto et al. 2015, Lima et al. 2020).

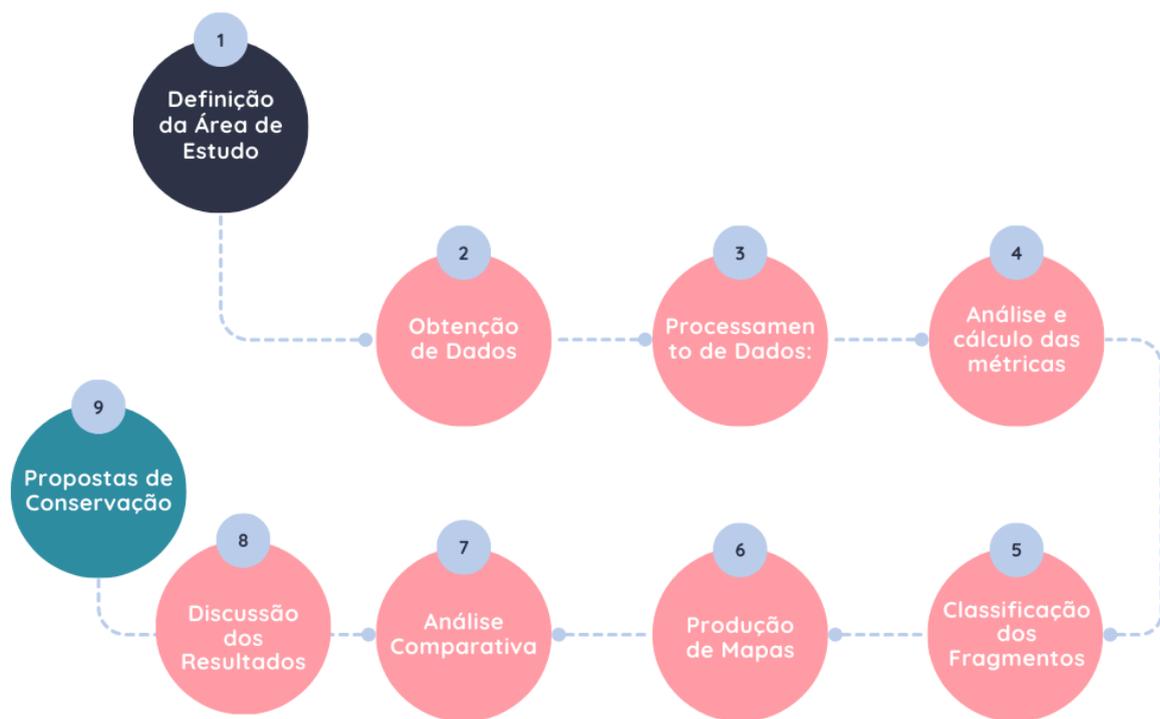


Figura 3. Fluxograma do processo aplicado para a modelagem e estruturação das informações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sapucaia apresentou a maior área com florestas nativas (Figura 4 e Tabela 2), seguido do município de Paraíba do Sul (Figura 5), Três Rios (Figura 6), Areal (Figura 7) e Comendador Levy Gasparian (Figura 8). Este resultado está relacionado com o tamanho do território de cada município, além do nível de conservação da cobertura florestal.

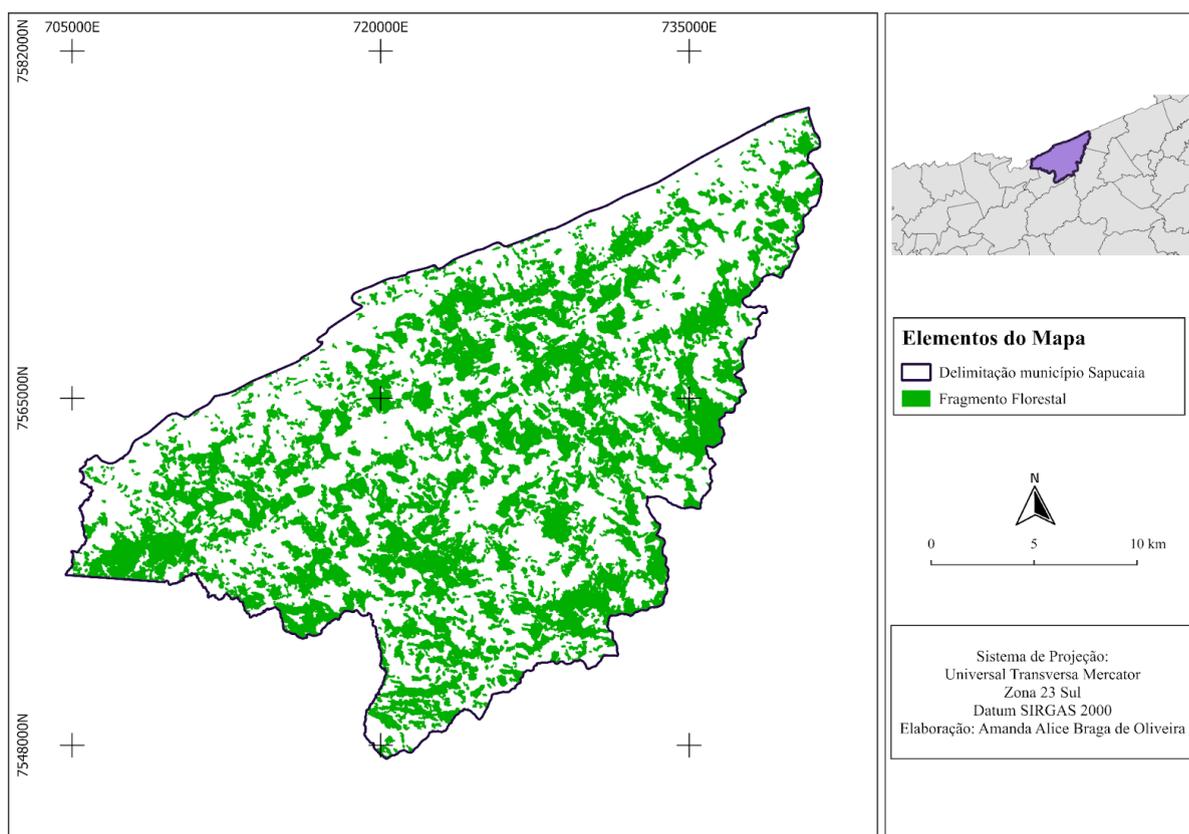


Figura 4. Fragmentos florestais do município de Sapucaia, Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 2. Área do território e da cobertura florestal dos cinco municípios da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.

Parâmetro	Sapucaia	Paraíba do Sul	Três Rios	Areal	Comendador Levy Gasparian
Território (ha)	54067,3	57111,8	32284,3	11072,4	10863,9
Cobertura florestal (ha)	18091,39	12752,25	6743,10	3465,66	2340,43

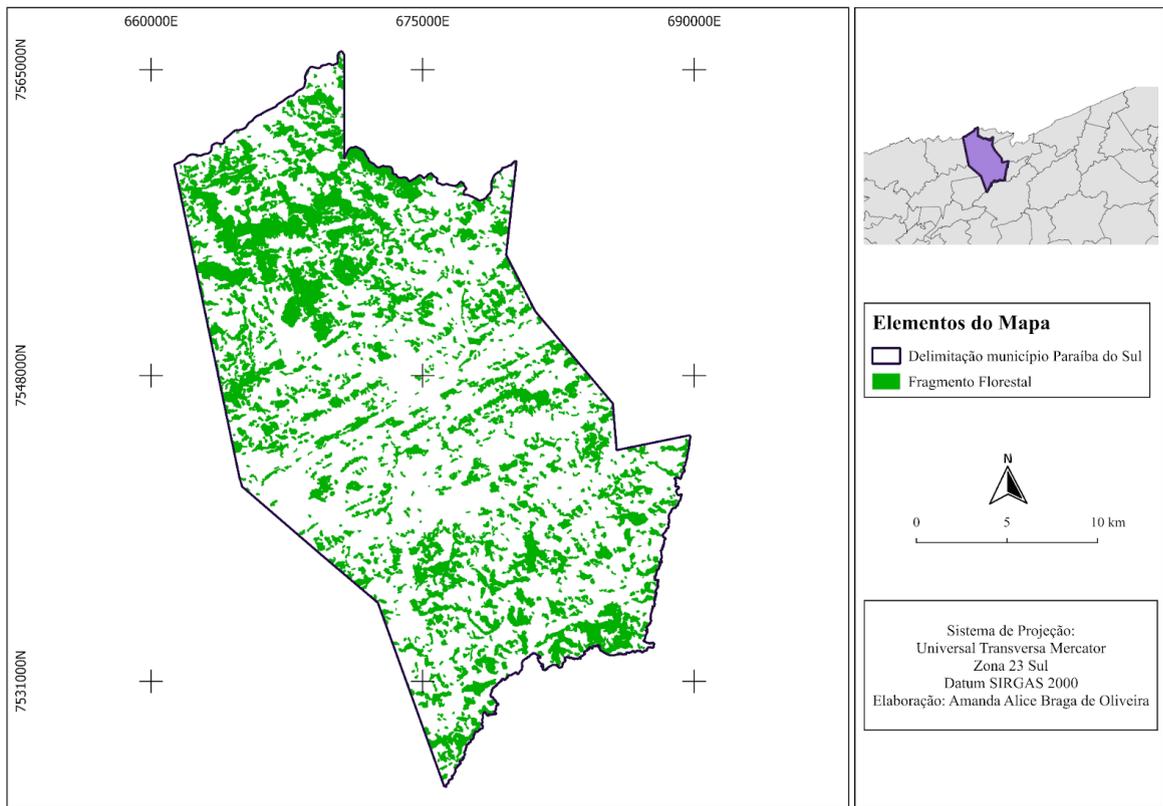


Figura 5. Fragmentos florestais do município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

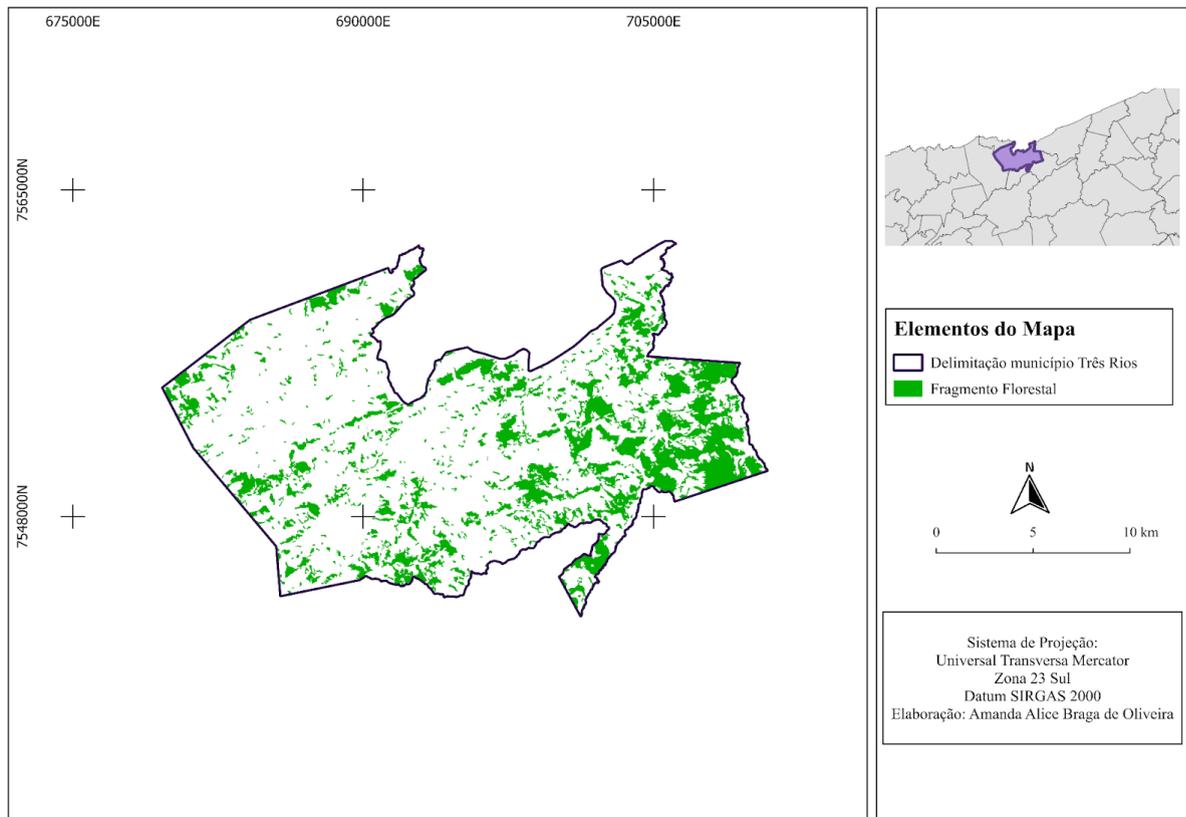


Figura 6. Fragmentos florestais do município de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.

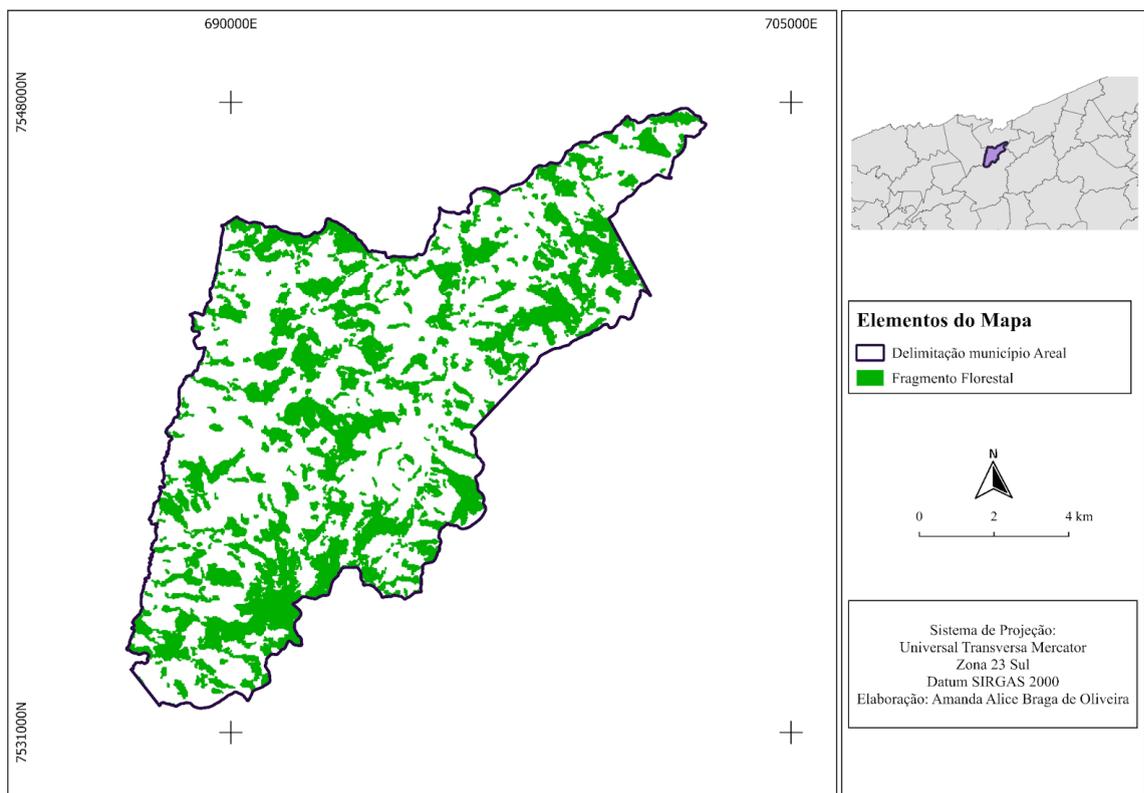


Figura 7. Fragmentos florestais do município de Areal, Estado do Rio de Janeiro.

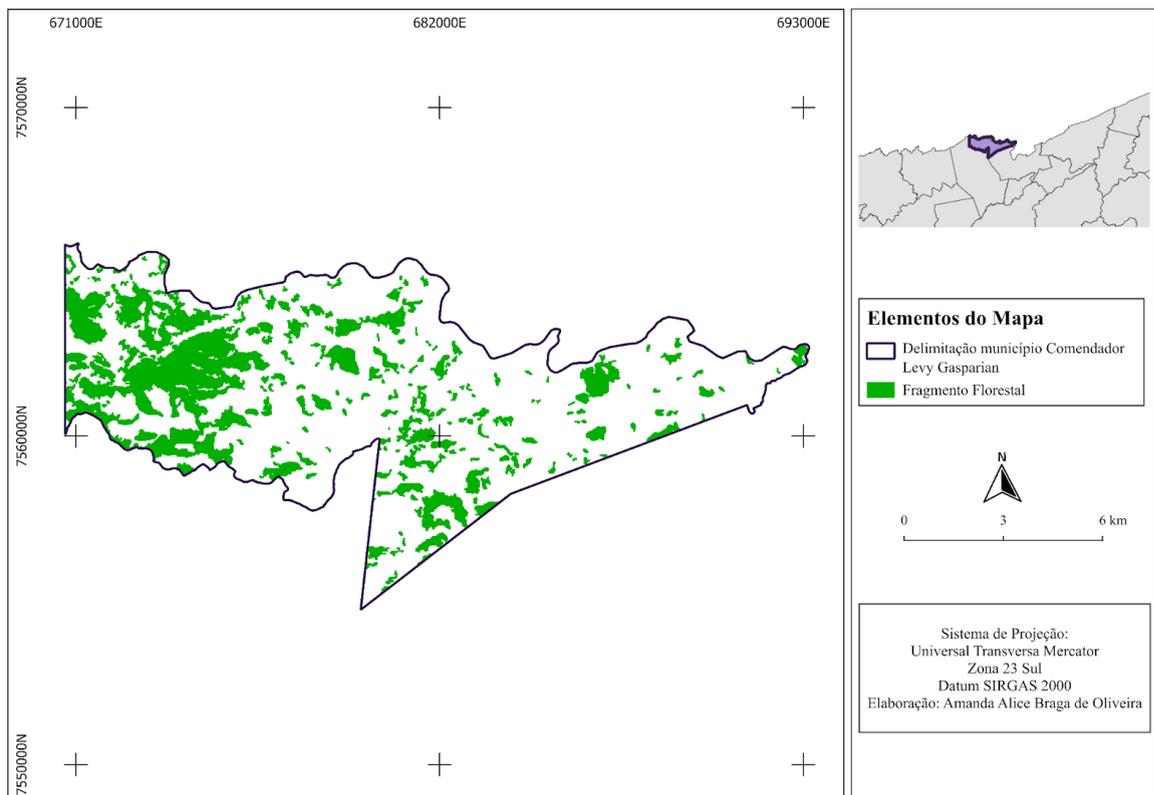


Figura 8. Fragmentos florestais do município de Comendador Levy Gasparian, Estado do Rio de Janeiro.

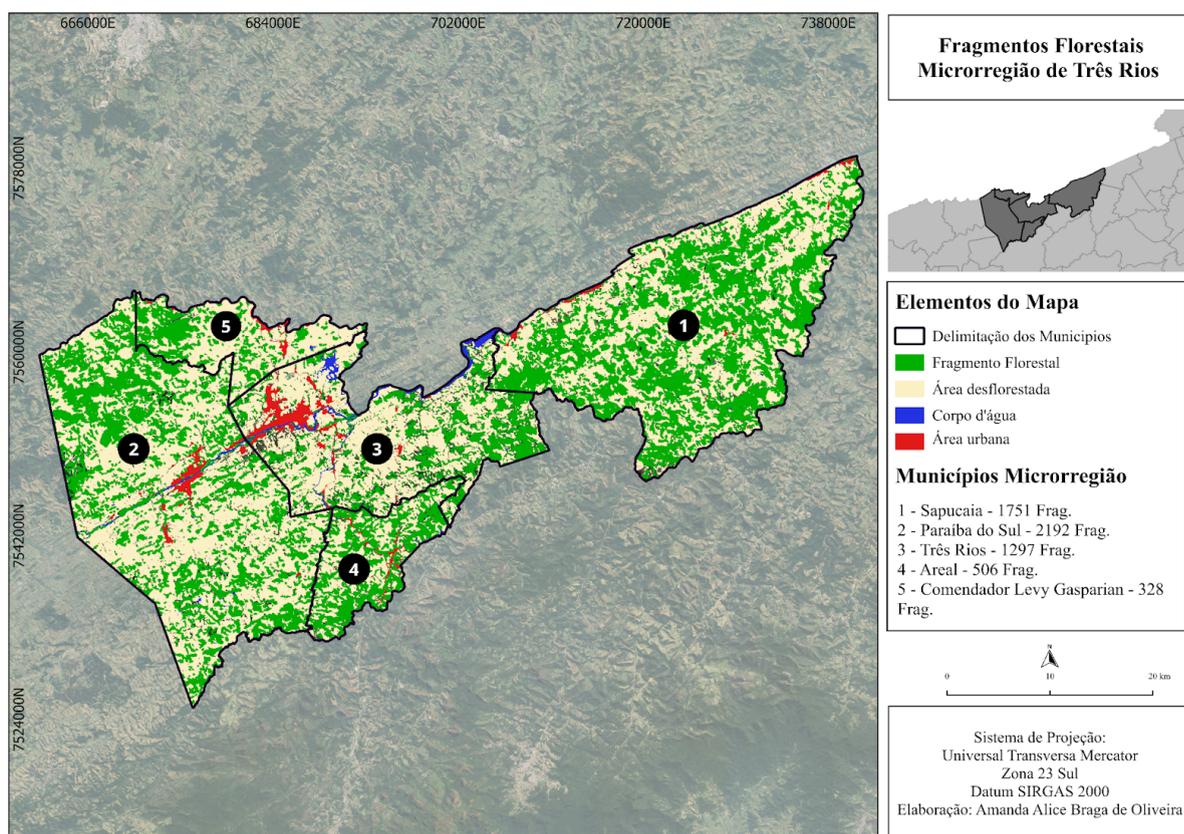


Figura 9. Fragmentos Florestais Microrregião de Três Rios.

A porcentagem de cobertura florestal também foi maior no município de Sapucaia (Figura 10). Contudo, Areal apresentou a segunda maior porcentagem de cobertura florestal, seguido de Paraíba do Sul, Comendador Levy Gasparian e, com menor porcentagem do território coberto por florestas, observa-se o município de Três Rios .

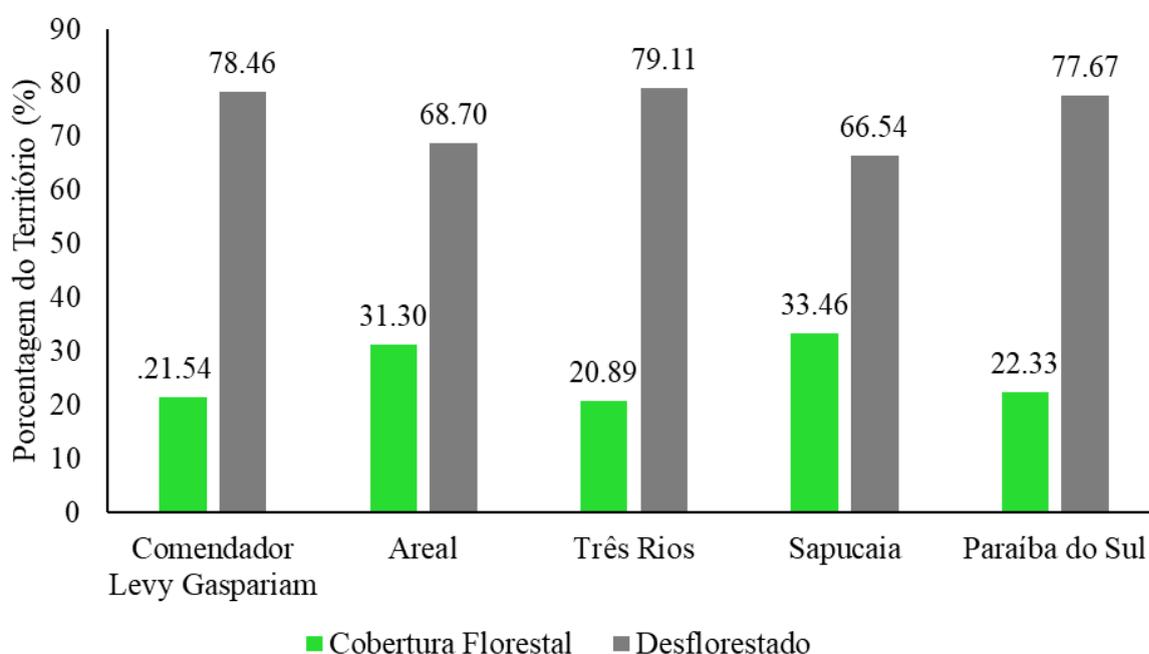


Figura 10. Porcentagem do território dos municípios da Microrregião de Três Rios, Rio de Janeiro, com e sem cobertura florestal.

Em estudo com dados de 2013 do satélite Landsat 8 Thematic Mapper (TM), Silvério Neto (2014) apontou Areal como o município com maior proporção do território com cobertura florestal (36,77%), seguido de Três Rios (27,56%), Sapucaia (27,22%), Comendador Levy Gasparian (25,63%) e Paraíba do Sul (25,54%). Destaca-se que Silvério Neto (2014) contabilizou apenas fragmentos com área superior a 0,5 ha, seguindo o critério da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO. Na pesquisa de 2013, foram identificados 3.716 fragmentos florestais (Silvério Neto 2014), enquanto este trabalho, considerando apenas fragmentos com mais de 0,5 ha e com dados de 2023, observou-se 3.321 (Tabela 3). Essa abordagem possibilita uma análise comparativa consistente, revelando mudanças na configuração florestal ao longo de 10 anos. A diferença no número de fragmentos pode refletir alterações na conectividade das áreas remanescentes, avanço do desmatamento ou até variações nas ferramentas de geoprocessamento.

No presente estudo, os menores fragmentos florestais apresentaram 0,08 ha, refletindo a sensibilidade das ferramentas de geoprocessamento utilizadas, que se beneficiaram de avanços significativos em relação ao período analisado por Silvério Neto. Silvério Neto (2014) estimou a cobertura florestal da Microrregião de Três Rios como tendo 45.377,9 ha, enquanto que a atual pesquisa encontrou 43.392,83 ha, ocorrendo uma redução de 1985,07

ha, equivalente a 4,37%. Porém, essa redução pode ter sido ainda maior, visto as diferenças metodológicas já citadas.

Tabela 3. Comparação de números de Fragmentos Florestais entre os trabalhos de Silvério Neto (2014) e Amanda Braga (2024).

Municípios	Fragmentos 2013 (SILVÉRIO)	Fragmentos 2023 (BRAGA)
Paraíba do Sul	1346	1241
Sapucaia	1060	897
Três Rios	769	700
Areal	297	279
Comendador Levy Gasparian	244	204
Total:	3.716	3.321

Apesar das diferenças metodológicas, os valores encontrados neste estudo estão dentro de uma faixa de variação esperada quando comparados com os obtidos por Silvério Neto (2014), indicando a consistência dos dados sobre a cobertura florestal na Microrregião de Três Rios ao longo dos 10 anos de intervalo entre os estudos. A metodologia utilizada no presente trabalho incorporou dados já processados e disponibilizados pelo algoritmo do MapBiomass, que realiza a classificação das imagens Landsat com base em um modelo supervisionado robusto, o que permitiu uma visão detalhada e precisa das áreas florestadas.

As diferenças observadas entre os dois períodos refletem tanto avanços nas técnicas de análise quanto mudanças reais no uso do solo, sugerindo que, com exceção de Sapucaia, houve redução na cobertura florestal nos municípios. Esse cenário reforça a importância do monitoramento contínuo para avaliar o desmatamento e subsidiar o planejamento da proteção da biodiversidade em regiões de alta riqueza ecológica.

A redução da área com florestas nativas precipita a extinção de espécies, pois reduz a área a ser ocupada pela fauna e flora e a disponibilidade de recursos para estas espécies, ocasionando a diminuição do tamanho das populações, com perda de diversidade genética e aumento da endogamia (Almeida & Vargas 2017, França 2021). Então, podendo ocorrer perda de flexibilidade evolucionária e a depressão endogâmica, que consiste na geração de menor número de descendentes e/ou no surgimento de novos indivíduos com doenças genéticas (Primack & Rodrigues 2001). Além disso, a perda de áreas com florestas pode afetar o ciclo hidrológico, incluindo a observação de maior escoamento superficial da água da chuva,

acarretando na erosão e perda de profundidade do solo, além de menor infiltração, com redução da recarga dos lençóis freáticos (Anache 2017). Além da regulação do ciclo hidrológico e provisão de água, vários outros serviços ecossistêmicos podem ser afetados pelo desmatamento, como a regulação climática, a polinização e o controle biológico de pragas, além de influenciar negativamente a qualidade do solo e o ecoturismo, dentre outros (Almeida & Vargas 2017). O desmatamento pode inclusive agravar as mudanças climáticas (Cordeiro et al., 2008). Cabe ainda ressaltar que a diversidade biológica possibilita a geração de inúmeras biotecnologias, assim a perda de biodiversidade se traduz em perda de oportunidades (Odalía-Rimoli 2000).

Este estudo identificou um total de 6.074 fragmentos florestais na Microrregião de Três Rios, com base nos dados mais recentes do MapBiomas (2023). Esse número é consideravelmente superior ao trabalho de Silvério Neto (2014), que contabilizou 3.716 remanescentes florestais. Como mencionado anteriormente, o autor contabilizou apenas fragmentos com área superior a 0,5 ha. No estudo de Silvério Neto (2014), essa limitação de área mínima excluiu fragmentos menores, enquanto o presente estudo, utilizando o MapBiomas, inclui fragmentos de qualquer tamanho, proporcionando uma visão mais detalhada da cobertura florestal atual.

A Tabela 2 apresenta a classificação dos fragmentos florestais da Microrregião de Três Rios, distribuídos em classes de tamanho, com a frequência de ocorrência (número total de fragmentos) e a proporção percentual desses fragmentos em cada classe para os cinco municípios analisados. As classes de tamanho variam de fragmentos menores ou iguais a 1,0 ha até fragmentos maiores que 300 ha. A tabela detalha a quantidade de fragmentos em cada categoria e demonstra a concentração predominante de fragmentos pequenos ($\leq 1,0$ ha) nos municípios, enquanto os fragmentos maiores são poucos e menos frequentes. Ela organiza esses dados de forma comparativa entre os municípios, permitindo observar padrões e diferenças na distribuição dos fragmentos florestais.

O município de Paraíba do Sul apresentou o maior número de fragmentos florestais, seguido de Sapucaia (Tabela 4). No ano de 2023 Comendador Levy Gasparian possuía o menor número de remanescentes de florestas nativas, dentre os municípios da microrregião.

Em relação ao tamanho dos fragmentos florestais, observa-se o um padrão entre os municípios analisados, com a maioria dos remanescentes florestais tendo até 1 ha e observando-se ainda expressiva porcentagem de fragmentos com até 5 ha (Tabela 4). Isto

reflete um padrão de fragmentação elevado que já era evidente no trabalho de Silvério Neto (2014). No município de Sapucaia apenas 3,9% dos fragmentos florestais possuíam mais de 50 ha e os demais municípios apresentaram valores ainda menores: Areal (2,4%); Comendador Levy Gasparian (1,8%); Três Rios (1,6%); e Paraíba do Sul (1,6%).

Tabela 4. Classes de tamanho dos fragmentos florestais e frequência de ocorrência (Fr) dos cinco municípios da Microrregião de Três, Estado do Rio de Janeiro.

Classes de tamanho (ha)	Comendador Levy Gasparian	Fr(%)	Areal	Fr(%)	Três Rios	Fr(%)	Sapucaia	Fr(%)	Paraíba do Sul	Fr(%)
≤ 1,0	183	55,8	297	58,7	824	63,5	1107	63,2	1303	59,4
1,0–15,0	96	29,3	134	26,5	331	25,5	404	23,1	537	24,5
5,0–10,0	20	6,1	28	5,5	53	4,1	79	4,5	145	6,6
10,0–20,0	14	4,3	17	3,4	31	2,4	54	3,1	98	4,5
20,0–50,0	9	2,7	18	3,6	37	2,9	39	2,2	73	3,3
50,0–100,0	3	0,9	6	1,2	7	0,5	27	1,5	21	1,0
100,0–200,0	1	0,3	3	0,6	10	0,8	22	1,3	8	0,4
200,0–300,0	1	0,3	2	0,4	3	0,2	4	0,2	3	0,1
> 300,0	1	0,3	1	0,2	1	0,1	15	0,9	4	0,2
Total	328	100,0	506	100,0	1297	100,0	1751	100,0	2192	100,0

Alguns animais, especialmente os de grande porte e predadores, possuem área de vida (home-range) de tamanho elevado, sendo particularmente afetados pela redução e fragmentação dos habitats florestais. Este cenário, observado na Microrregião de Três Rios, reflete a situação da maior parte do Bioma Mata Atlântica, onde as florestas remanescentes estão reduzidas a pequenos fragmentos (Ribeiro et al., 2011). Essa fragmentação prejudica a conservação da biodiversidade nativa e afeta os processos ecológicos que sustentam a diversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas (Primack; Rodrigues, 2001).

Destaca-se que os fragmentos florestais de menor tamanho têm área sob efeito de borda proporcionalmente maior que os remanescentes de florestas grandes (Silva et al. 2019). Outro fator que influencia a área da floresta sob efeito de borda é a sua forma, pois quanto mais circular é o formato, menor é o efeito de borda, pelo círculo ser a forma geométrica com menor perímetro (Frisom et al. 2006). Na Microrregião de Três Rios, considerável porcentagem dos fragmentos florestais apresentaram Índice de Circularidade acima de 0,8, especialmente no Município de Sapucaia, indicando que o seu formato se assemelha ao círculo (Tabela 5). Expressivo número de remanescentes florestais também possuíam Índice de Circularidade entre 0,6 e 0,8, observando-se ainda pequena porcentagem de fragmentos com índice menor que 0,4. Esses resultados confirmam a tendência identificada por Silvério Neto (2014) para Areal, Sapucaia e Três Rios, existindo divergências em relação a Comendador Levy Gasparian e Paraíba do Sul.

As condições encontradas nas bordas florestais incluem maior luminosidade, redução da umidade, aumento da temperatura e maior exposição ao vento, características que diferem significativamente das condições internas das florestas, mais estáveis e favoráveis à biodiversidade nativa (Murcia 1995, Laurance et al. 2002).

Essas alterações tornam as bordas mais suscetíveis à invasão de espécies exóticas e oportunistas, à poluição, e à ação de predadores generalistas, comprometendo ainda mais as populações locais (Ries et al. 2004). Por exemplo, espécies especializadas em ambientes internos podem sofrer com a falta de condições adequadas para reprodução e alimentação, como destacam Didham et al. (1998). Além disso, a maior exposição à ação humana, como queimadas e desmatamentos secundários, é amplificada nas bordas, reduzindo ainda mais a resiliência desses fragmentos (Haddad et al. 2015). Assim, fragmentos com menor efeito de borda são melhores para a conservação da biodiversidade, pois oferecem ambientes mais protegidos contra influências externas (Silvério Neto 2014, Primack & Rodrigues 2001).

A fragmentação florestal resulta no aumento das áreas sob efeito de borda, o que provoca alterações nas condições ambientais que comprometem a biodiversidade nativa. Segundo Ewers & Didham (2006), os efeitos de borda geram mudanças tanto na composição quanto na estrutura das comunidades biológicas, criando condições ambientais mais variáveis e menos favoráveis à sobrevivência de espécies especializadas. Fragmentos com formas mais arredondadas, representados por um Índice de Circularidade (IC) próximo de 1, possuem menor proporção de área exposta ao efeito de borda, reduzindo os impactos negativos causados por esses gradientes ecológicos. Isso é crucial para minimizar a variabilidade na dinâmica populacional e proporcionar condições mais estáveis para a proteção de espécies fragmento-dependentes (Ewers & Didham, 2006).

Tabela 5. Classes de Índice de Circularidade dos fragmentos florestais dos cinco municípios da Microrregião de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro.

Índice de Circularidade (IC)	Comendador Levy Gasparian	Fr(%)	Areal	Fr(%)	Três Rios	Fr(%)	Sapucaia	Fr(%)	Paraíba do Sul	Fr(%)
≤ 0,4	18	5,5	49	9,7	81	6,2	109	6,2	162	7,4
0,4 – 0,6	89	27,1	130	25,7	326	25,1	394	22,5	559	25,5
0,6 – 0,8	137	41,8	167	33,0	469	36,2	584	33,4	791	36,1
> 0,8	84	25,6	160	31,6	421	32,5	664	37,9	680	31,0

A história de ocupação da microrregião de Três Rios, no estado do Rio de Janeiro, está profundamente ligada ao uso dos recursos naturais desde o período colonial. Durante o século XIX, o avanço da cultura do café levou ao desmatamento de grandes áreas de Mata Atlântica para o cultivo (Dean 1996, Joly et al. 2014). Com o fim do ciclo do café, muitas dessas terras foram convertidas em pastagens para a pecuária bovina, intensificando a perda da vegetação nativa, como apontado por Prado et al. (2020). Essas transformações impactam severamente o equilíbrio ambiental da região.

É importante mencionar que o expressivo nível de degradação dos ecossistemas naturais observado na microrregião é resultado desse histórico de ocupação e uso dos recursos naturais após a colonização portuguesa na região. O ciclo do café, a posterior implantação da bovinocultura, a industrialização e o crescimento das áreas urbanas criaram de maneira sinérgica o cenário contemporâneo (Silva 2002, Silverio Neto 2014). Ressalta-se que atualmente uma elevada porção da microrregião apresenta pastagens que são subutilizadas. É bastante provável que algumas dessas áreas possam cumprir uma melhor função ambiental, social e econômica caso sejam reflorestadas. Também é importante salientar que, dentre os vários benefícios do reflorestamento, está a redução da concentração de CO₂ atmosférico, contribuindo para amenizar o aquecimento global (IPCC 2014).

No século XX, o cenário se agravou com a industrialização e o crescimento urbano acelerado, que levaram à ocupação desordenada do solo e intensificaram os impactos ambientais, como a poluição dos rios e a fragmentação das florestas (Moreira et al. 2013). Atualmente, a microrregião de Três Rios apresenta um cenário crítico, no qual a maior parte das áreas desmatadas permanece como pastagens subutilizadas. Conforme sugere Rodrigues

et al. (2009), essas áreas poderiam ser mais bem aproveitadas em projetos de reflorestamento, trazendo benefícios ambientais, sociais e econômicos.

É importante destacar a relevância do monitoramento da cobertura florestal na microrregião para o planejamento da proteção da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais, devendo ser utilizados métodos e técnicas de geoprocessamento com tecnologias adequadas, conforme discutido por Silvério Neto (2014). Inclusive pela microrregião apresentar várias Unidades de Conservação, inclusive APAs onde os gestores devem disciplinar o uso e ocupação do solo (Brasil 2000).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de considerável percentagem dos fragmentos florestais da Microrregião de Três Rios apresentarem efeito de borda reduzido, a cobertura florestal foi significativamente reduzida e também fragmentada, sendo formada principalmente por remanescentes florestais pequenos. Inclusive, foi possível constatar que esse processo de redução da cobertura florestal continuou ocorrendo nos últimos 10 anos na maior parte da microrregião.

Na região em estudo, atualmente os municípios de Areal e Sapucaia apresentam as melhores condições para a manutenção da biodiversidade, dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos. Porém, mesmo em tais municípios, é necessário implementar projetos de revegetação visando principalmente aumentar a cobertura florestal e a conectividade entre os remanescentes florestais, contribuindo para salvaguardar espécies nativas e fomentar a provisão de serviços ecossistêmicos.

Além disso, a análise reforça como tecnologias de geoprocessamento, como o QGIS, e ferramentas colaborativas, como o MapBiomias, podem ser valiosas no monitoramento das mudanças na cobertura florestal. Por exemplo, o mapeamento contínuo e detalhado dos fragmentos pode ajudar a identificar áreas prioritárias para restauração e conexão de remanescentes florestais. Também seria estratégico criar um banco de dados georreferenciados que inclua informações sobre biodiversidade, tipos de uso do solo e potencial para reflorestamento.

Nesse sentido, o Plano da Mata Atlântica surge como um aliado estratégico, oferecendo diretrizes para recuperar áreas degradadas, conectar fragmentos florestais e fortalecer iniciativas locais. Sua implementação pode potencializar a preservação da

biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, garantindo um equilíbrio sustentável entre conservação e desenvolvimento humano.

6. REFERÊNCIAS

Almeida FS, Garrido FSRG, Almeida AA (2017) Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental. *Diversidade e Gestão*, 1: 70-87.

Almeida FS, Gomes DS, Queiroz JM (2011) Estratégias para a conservação da diversidade biológica em florestas fragmentadas. *Ambiência* 7: 367-382.

Almeida FS, Vargas AB (2017) Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. *Diversidade e Gestão* 1: 10-32.

Anache JAA (2017) Alterações no ciclo hidrológico e na perda de solo devido aos diferentes usos do solo e variações climáticas em área de Cerrado. Tese de Doutorado, Doutor em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo. 160p.

Anderson JR, Hardy EE, Roach JT, Witmer RE (1976) A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Reston, VA: United States Government Printing Office, US Geological Survey Professional Paper, 964.

Arraes RA, Mariano FZ, Simonassi AG (2012) Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. *Revista De Economia E Sociologia Rural* 50(1): 119–140. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000100007>.

ARONOFF, S. *Geographic Information Systems: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications, 1989.

Bento MC (2014) Propostas de manejo para Unidades de Conservação em função de sua cobertura florestal: estudo de caso no Município de Três Rios - RJ. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Bierregaard RO, Lovejoy TE, Kapos V, Santos AA, Hutchings RW (1992) The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *Bioscience*, 42 (11): 859-866.

Borges LFR, Scolforo JR, Oliveira AD, Mello JM, Acerbi FW Jr, Freitas GD (2004) Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. *Cerne* 10(1): 22-38.

Branco AFVC, Lima PVPS, Medeiros Filho ES, Costa BMG, Pereira TP (2021) Avaliação da perda da biodiversidade na Mata Atlântica. *Ciência Florestal*, 31(4): 1885–1909. <https://doi.org/10.5902/1980509853310>.

Brasil (2000) Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 20 nov. 2024.

Brasil (2012) Código Florestal. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso em: 24 de setembro de 2024.

Burrough PA (1986) *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Clarendon Press.

Chazdon RL (2014) *Second growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. Chicago: University of Chicago Press.

Congalton RG, Green K (2008) *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. Boca Raton: CRC Press.

Cordeiro SA, Souza CD, Mendoza ZMSH (2008) Florestas brasileiras e as mudanças climáticas. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, 11: 1-20.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2003) *Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro - Ano 2003*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 113p.

Cowen DJ (1988) GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11): 1551–1555.

Dean W (1996) *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras.

DIÁRIO OFICIAL. Prefeitura de Comendador Levy Gasparian. Acesso em 15 de dezembro de 2024.

EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews*, v. 81, n. 1, p. 117–142, 2006. DOI: 10.1017/S1464793105006949.

Ewer RM, Didham RK (2007) The effect of fragment shape and species sensitivity to edges. *Conservation Biology*, 21(4): 926-936.

Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 2003.

Fausto DS, Fernandes Tomé Costa JL, Borges Neto JC, Oliveira Santana M, Alves de Jesus F (2023) Desmatamento: causas, consequências e medidas preventivas. *Revista De Estudos Interdisciplinares Do Vale Do Araguaia - REIVA* 6(03): 1-6.

França TCC (2021) Análise da estrutura e diversidade genética de *Paratecoma peroba* (Record) Kuhl. (Bignoniaceae), em remanescentes de floresta atlântica na região Sul do Estado do Espírito Santo. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Espírito Santo. 56p.

Ferreira EJ, Souza AR, Santos ME (2023) Influência de fatores ambientais na regeneração natural de florestas tropicais. *Floresta e Ambiente*, 30 (2): e20220123. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/b8dzWBxFjPcgw9qRZTVFXMQ/>. Acesso em: 31 out. 2024.

FERREIRA, N. C. Apostila de Sistema de Informações Geográficas. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, 2006. Disponível em: https://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1414/apostila_sig.pdf. Acesso em: 13 dez. 2024.

Forman RT, Godron M (1986) *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons.

Frisom S, Paranhos Filho AC, Corrêa LC, Cavazzana GH (2006). Uso de sensoriamento remoto na análise de efeito de borda de fragmentos naturais (capões) da fazenda São Bento, Pantanal sul, sub-regiões do Miranda e Abobral. *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, 1: 333-340.

Gascon, C.; Lovejoy, T. E.; Bierregaard, R. O.; Malcolm, J. R.; Stouffer, P. C.; Vasconcelos, H. L.; Laurance, W. F.; Zimmerman, B.; Tocher, M.; Borges, S. (2000) Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation*, v. 91, n. 2-3: 223-229.

GAILO, A. Lei da Mata Atlântica Comentada. BDJur STJ, 2006. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br>. Acesso em: 10 dez. 2024.

Giovanini A (2024) Dados vetoriais: o que são e tipos existentes. Disponível em: <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/dados-vetoriais-o-que-sao-e-tipos-existentis/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

Gonçalves DOD, Espinoza F, Júnior DPD (2021) Demarcação de terras indígenas, conhecimentos tradicionais e biodiversidade no Brasil. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, 12(1): 216-234.

HADDAD, N. M. *et al.* Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

HAMBURGER, Diana Sarita; ARAÚJO, Patrícia Leme de. *Geoprocessamento*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024) Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html> Acesso em: 23 de setembro de 2024.

Inea - Instituto Estadual do Ambiente (2024) Refúgio de Vida Silvestre do Médio Paraíba. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/refugio-de-vida-silvestre-do-medio-paraiba/> Acesso em: 25 de novembro de 2024.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélite. São José dos Campos: INPE, 2003.

IPCC. Climate change 2014: mitigation of climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

Joly, C A; Rodrigues, R; Metzger, J P; Haddad, C F. B.; Verdade, L M.; Oliveira, Mirian C.; Bolzani, Vanderlan S. (2014) Challenges and perspectives for biodiversity conservation in the Atlantic Forest hotspot. *Natureza & Conservação*, 12(2): 93-95.

Laurance, W F.; Lovejoy, T E.; Vasconcelos, H L.; Bruna, E M.; Didham, R K.; Stouffer, P C.; Gascon, C; Bierregaard, R O.; Laurance, S G.; Sampaio, E. (2002) Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16(3): 605-618.

Laurance, W. F.; Ferreira, L. V.; Rankin-de Merona, J. M.; Laurance, S. G. (1999) Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology*, 79 (6): 2032-2040.

Lambin, E. F.; Geist, H. J.; Lepers, E. (2001) Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources*, 28: 205-241.

Lima MC, Menezes SJMC, Almeida FS (2020) Área de Proteção Ambiental Rainha das Águas do Município de Paraíba do Sul (RJ, Brasil): estudo da cobertura florestal, contingências e manejo. *Ciência Florestal* 30: 1130-1146.

Longley, Paul A.; Goodchild, Michael F.; Maguire, David J.; e Rhind, David W. (2005) *Geographic Information Systems and Science*. 2. ed. Hoboken: Wiley.

LOPES BASTOS, N. Z. Considerações sobre a Lei da Mata Atlântica. PUC-Rio, 2007. Disponível em: <https://www.puc-rio.br>. Acesso em: 11 dez. 2024.

MapBiomas (2022) 57% dos municípios da Mata Atlântica têm menos de 30% de vegetação natural. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2022/10/19/57-dos-municipios-da-mata-atlantica-tem-menos-de-30-de-vegetacao-natural/> Acesso em: 24 de setembro de 2024.

MAPBIOMAS. Plataforma de mapeamento da cobertura e uso do solo do Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 30 out. 2024.

Margulis S (2003) Causas do desmatamento na Amazônia Brasileira. Banco Mundial, MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, D.C.: Island Press.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2024) Biodiversidade e Biomas. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas> Acesso em: 23 de setembro de 2024.

Moreira, F. M., et al. (2013) Urban expansion and its environmental impacts in small towns: a case study in Brazil. *Urban Studies*.

MURCIA, C.; MYERS, N. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation; Threatened biotas: “hot spots” in tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution; The Environmentalist*, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1995.

MUNHOZ, L. Lei da Mata Atlântica e sobreposição com o Código Florestal. Academia.edu, 2020. Disponível em: <https://www.academia.edu>. Acesso em: 12 dez. 2024.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GA, Kent J (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772): 853-858.

Odalía-Rímoli A, Arruda EJ, Rímoli J, Bueno NR, Costa RB (2000). Biodiversidade, biotecnologia e conservação genética em desenvolvimento local. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 1(1): 21-30.

Parron LM, Garcia JR, Oliveira EB, Brown GG, Prado RB (2015). Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica.

Prado, A. D.; Martins, S. V.; Silva, A. G.; Souza, A. L.; Silva, K. A. (2020). Historical trajectories of land use and their implications for restoration planning. *Restoration Ecology*, v. 28, n. 5, p. 1032-1040.

Primack, R. B. (2010). *Essentials of conservation biology*. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, Primack, R.; Rodrigues, E. (2001). *Biologia da conservação*. Londrina: Edições Planta.

POLICARPO MACHADO, I. A questão florestal na legislação agrária rio-grandense. 2010.

Ribeiro MC, Martensen AC, Metzger JP, Tabarelli M, Scarano F, Fortin MJ. (2011) The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos FE, Habel JC, editores. *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*. Heidelberg: Springer.

Ries, L. et al. (2004) Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*.

Rodrigues, C. A. G.; Silva, M. L. (2023) Aplicação de modelos de simulação no manejo de plantações de eucalipto. *Rodriguésia*, 74 (3): e 00432020, Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/qCMYTtYtMPNmrMWyJ4FRN8P/>. Acesso em: 31 out. 2024.

Sánchez-Azofeifa, A.; Daily, G. C.; Pfrender, M.; Dubin, E. A. Harris, R. B. (2001) Using remote sensing to evaluate biodiversity indicators: a case study from Costa Rica. *Ambio*, 30(7): 495-501.

Sapucaia (2024). Planos de Gestão das Unidades de Conservação (APA's e Parque Municipal) de Sapucaia - RJ. Disponível em: <https://sapucaiaplanodemanejo.blogspot.com/p/conheca-as-unidades-de-conservacao.html>. Acesso em: 15 nov. 2024.

Silvério Neto R (2014) Caracterização espacial da cobertura florestal dos municípios da Microrregião de Três Rios-RJ. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Silverio Neto R, Bento MC, Menezes SJMC, Almeida FS (2015) Caracterização da Cobertura Florestal de Unidades de Conservação da Mata Atlântica. *Revista Floresta e Ambiente*, 22: 32-41.

Silva, D. R. (2002) A questão ambiental no Brasil: evolução e perspectivas. São Paulo: Cortez.

Silva ALD, Longo RM, Bressane A, Carvalho MFHD (2019). Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. *Ciência Florestal*, 29(3): 1254-1269.

Souza Jr, Carlos & Azevedo, Tasso. (2017). *MapBiomas General "Handbook"*. 10.

SOUZA, C. M. et al. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, p. 2735. DOI: 10.3390/rs12172735.

Tabarelli M, Pinto LP, Silva JMC, Hirota MM, Bedê LC (2005) Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1(1), 132-138.

Tomlinson RF (2003) *Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. Redlands: ESRI Press.

USP (2024) Exemplificação das estruturas dos dados raster e vetorial em ambiente SIG. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=3103983>. Acesso em: 20 nov. 2024.

VARJABEDIAN, R. *Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental*. Scielo Brasil, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 13 dez. 2024.

WILSON, E. O. (Ed.); PETER, Frances M. (Assoc. Ed.). *Biodiversity*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1988.