

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

LUCIANA BORGES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO NORTE
FLUMINENSE**

Campos dos Goytacazes
2020

LUCIANA BORGES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO NORTE
FLUMINENSE**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Geografia, como requisito parcial para
conclusão do curso.

Orientador (a)
Prof.^a Dr.^a Danielle Pereira Cintra de Senna

Campos dos Goytacazes
2020

Ficha catalográfica automática - SDC/BUGG
Gerada com informações fornecidas pelo autor

O48a Oliveira, Luciana Borges de
Análise da Fragmentação da Mata Atlântica no Norte
Fluminense / Luciana Borges de Oliveira ; Danielle Pereira
Cintra de Senna, orientadora. Campos dos Goytacazes, 2020.
62 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)-
Universidade Federal Fluminense, Instituto de Ciências da
Sociedade e Desenvolvimento Regional, Campos dos Goytacazes,
2020.

1. Fragmentação Florestal. 2. Classificação
Supervisionada. 3. Uso e Cobertura da Terra. 4. Métricas da
Paisagem. 5. Produção intelectual. I. Senna, Danielle
Pereira Cintra de, orientadora. II. Universidade Federal
Fluminense. Instituto de Ciências da Sociedade e
Desenvolvimento Regional. III. Título.

CDD -

LUCIANA BORGES DE OLIVEIRA

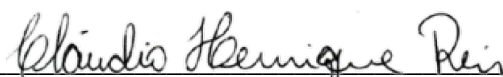
**ANÁLISE DA FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NO NORTE
FLUMINENSE**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Geografia, como requisito parcial para
conclusão do curso.

Aprovada em 21 de agosto de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Danielle Pereira Cintra de Senna - UFF



Prof. Dr. Cláudio Henrique Reis - UFF



Prof.^a Dr.^a Elisa Araujo Penna Caris - CEDERJ

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo a mim mesma, que não desisti em nenhuma das intempéries que enfrentei durante estes anos, que me mantive firme e otimista, que sempre estive disposta a aprender, crescer e evoluir. Tudo isso só foi possível, graças aos alicerces emocionais e financeiros que tive: minha mãe Lívia, meu PAIdraastro Marco e a minha avó Elisabeth, pessoas nas quais eu tanto amo e sou grata. Ao restante da minha família, saibam que sempre foram exemplos, inspiração e motivo de força nos mais variados momentos para mim. Em especial ao meu pai de coração, Marquinho Rozeira, minha Tia Leonara, minha prima Lavínia e meu avô Haroldo. Tia Livinha e Madrinha Lídia, obrigada pelo exemplo de mulheres fortes, determinadas e vitoriosas que são. Estendo aqui os agradecimentos ao meu pai biológico, Luciano, e aos demais familiares maternos e paternos.

Aos amigos e conhecidos da UFF e da cidade de Campos, minha gratidão por tudo. Nomeio aqui pessoas cruciais neste processo, Anna Maria Moraes, Maryana Araújo, Paula Ramos, Matheus Lucas e Luana Rodrigues. Os parceiros do LAGEOT, que tanto me ensinaram, Diego Moreira, Guilherme Reis e Mariana Aparecida. Ao profissional que tanto admiro, Vítor do Nascimento Nunes, que me apresentou o geoprocessamento e a paixão pela área ambiental. As minhas companheiras das repúblicas Lorena, Luiza, Izaura, os meus amores da Shuris House (Laura, Erika e Clara) e a Jamille e Cristiny da Nova Rep do Amor pelos momentos de compreensão, apoio e força. Compartilhar a vida com vocês nesses últimos anos fizeram com que as coisas fossem mais leves.

Agradeço também a Millena Rimes, Liana Daniel, Rebeca Baptista, Felipe Aguiar, Camila Salles, Raquel Bastos, Nicole Abud, ao pessoal do NERU e as meninas lindas da GeoCosteira Karlany, Laura e Tayná por todo otimismo compartilhado. Agradeço a todas as professoras e professores que a UFF Campos me apresentou, em especial, o Leandro Bruno Santos, Thiago Pinto da Silva, Erika Vanessa Moreira, Claudio Henrique Reis, Regina Célia Frigério, Tatiana Tramontani e é claro, minha querida orientadora, Danielle Pereira Cintra. Que nas mais variadas situações fez com que os momentos ficassem mais leves, alegres e serenos. Você é iluminada Dani, e sou muito feliz por ter tido a honra de tê-la como orientadora. Todxs vocês foram grandes inspirações para mim, profissionais excepcionais e pessoas mais incríveis ainda, sou grata por cada conselho e vivência compartilhada.

Ao Gabriel Bruno agradeço pela parceria que estabelecemos. À minha galera de Bom Jesus do Itabapoana, Bia Moreira, Veronica Rodrigues, Rodrigo Tatagiba, Pedro Chaves, Laís

Figueiredo, Lara Radael, Sara Medeiros, Paulo Sérgio (que super me ajudou na FAPERJ), Lucas Freitas, Sávio Veiga, Raul e João Paulo, agradeço por fazerem com que todas férias ou finais de semana se tornassem excelentes momentos de descontração. Obrigada pela amizade que sempre mantivemos. Nomeio aqui também minhas primas Samara e Sabrina pelas diversas gargalhadas e projetos futuros.

Agradeço ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) e todas às políticas públicas que permitiram que uma estudante do interior alcançasse e concluísse o sonho da graduação em uma Universidade Pública, Gratuita e de Qualidade. E longe de ser menos importante, agradeço a este universo e a Deus que se encarregou de fazer com que tudo ocorresse da forma que deveria ser, ao longo desses anos. Foram diversos altos e baixos, mas sempre com grandes aprendizados, afinal, mais do que nunca (a pandemia da COVID-19 veio para escancarar isso) a vida tem se resumido nisso.

RESUMO

Desde o início da colonização brasileira, as áreas florestadas vêm sendo reduzidas no bioma Mata Atlântica devido ao uso descoordenado da Terra, resultando na fragmentação da paisagem e, conseqüentemente na perda da biodiversidade. No caso do Estado do Rio de Janeiro (ERJ), as transformações no uso da Terra ao longo dos anos reduziram a área de cobertura florestal a cerca de 20% em relação àquela existente originalmente. A mesorregião Norte Fluminense (NF) apresenta uma das menores proporções de cobertura por fragmentos florestais. Objetivou-se identificar, quantificar e mapear as classes de cobertura e uso da Terra e os fragmentos florestais presentes no NF em 2018; caracterizar a distribuição dos fragmentos florestais continentais e costeiros em 2018 com base em métricas da paisagem; e avaliar quais aspectos socioeconômicos e populacionais podem ter exercido influência na paisagem verificada. Para isso, realizou-se a análise do uso e cobertura da Terra e dos fragmentos florestais por meio da classificação supervisionada de imagem do satélite Landsat-8 do ano de 2018 no software ENVI versão 5.1. O processamento dos dados vetoriais, bem como os mapeamentos temáticos foram realizados no software QGIS versão 3.4. Já a caracterização dos fragmentos florestais foi feita com auxílio do software Fragstats versão 4.1, para o cálculo das métricas da paisagem nas categorias composição e disposição. Os dados obtidos nessas etapas foram comparados aos Censos Agropecuário e Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e serviram para confirmar se houve a influência de fatores como a dinâmica econômica rural (principalmente do setor sucroalcooleiro e da produção pecuária), a urbana e o próprio tamanho das propriedades na configuração da paisagem no NF. O estudo obteve 0,87 de acurácia no índice kappa e identificou que 30% do total dos fragmentos florestais do ERJ estão presentes no NF, distribuídos em 274.777 hectares que foram quantificados pelas métricas da paisagem. Os dados obtidos neste trabalho podem amparar ações governamentais e/ou não governamentais de conservação da natureza na região estudada. Dentre as dificuldades encontradas, destacaram-se a necessidade de equipamentos potentes para as etapas de processamento digital da imagem e a ausência de estudos sobre a fragmentação florestal que abarcasse todo o NF. Por isso, este estudo foi uma proposta de grande importância para a análise da fragmentação florestal na paisagem do NF.

Palavras-chave: Fragmentação florestal. Métricas da paisagem. Classificação Supervisionada.

ABSTRACT

Since the beginning of the Brazilian colonization, the forest areas have been reduced in the Mata Atlântica biome, as a consequence of the uncoordinated land use, resulting in fragmentation of the landscape and, consequently, loss of biodiversity. In Rio de Janeiro State (RJS), changes in land use over the years, reduced the area of forest cover to about 20% in relation to that original ground. The Norte Fluminense (NF) mesoregion presents one of the lowest proportions of coverage by forest fragments. It was planned to identify, to quantify and to map the cover and land use classes and the forest fragments in NF in 2018; characterize the distribution of the continental and coastal forest fragments in 2018 by the landscape metric; and to evaluate which socioeconomic and population aspects may have influenced the verified landscape. Therefore, an analysis of the use and land coverage and forest fragments were carried out through the supervised image classification of the Landsat-8 satellite in 2018 by the version 5.1 of the ENVI software. The processing of vector data, as well as thematic mappings were performed using the version 3.4 of QGIS software. The characterization of forest fragments, on the other hand, was carried out by the version 4.1 of the software Fragstats, for the calculation of landscape metrics in the composition and layout categories. The data obtained in these steps were compared to Censos Agropecuário e Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) and confirmed if there was the influence of vectors as the rural economic dynamic (mainly influence of the sugarcane-alcohol industry and rural farm production), the urban dynamic and the size of farms in the configurations of NF landscapes. This study obtained 0,87 of accuracy in the kappa scale and identified that 30% of the forest fragments of RJS are in the NF, distributed in 274.777 acres that were quantified by the landscapes metrics. The data obtained in this work may help governmental or nongovernmental actions of saving nature in the region studied. As difficulties, are pointed the need for powerful equipment for the stages of digital image processing, and the absence of studies on forest fragmentation that encompassed the entire NF were highlighted. Therefore, this study was a proposal of great importance for an analysis of forest fragmentation in the NF landscape.

Keywords: Forest Fragmentations. Landscape Metrics. Supervised Classification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Carta imagem com a localização da mesorregião Norte Fluminense.....	13
Figura 2 – Fluxograma com a metodologia adotada no capítulo I.....	20
Figura 3 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Norte Fluminense (RJ) em 2018.....	27
Figura 4 – Gráfico com a porcentagem de uso e cobertura da Terra no NF em 2018.....	28
Figura 5 – Mapa dos fragmentos florestais de Mata Atlântica do Norte Fluminense no ano de 2018.....	30
Figura 6 – Mapa do número de exportações entre os anos 2007 e 2017 no NF.....	33
Figura 7 – Mapa do número de empregos por grandes setores no NF em 2017.....	33
Figura 8 – Fluxograma com a metodologia adotada no capítulo II.....	46
Figura 9 – Mapa dos fragmentos florestais de Mata Atlântica => 3 hectares no Norte Fluminense em 2018.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das bandas do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8.....	21
Tabela 2 – Matriz de confusão das classes de Uso e Cobertura da Terra no NF.....	25
Tabela 3 – Área ocupada pelas classes de mapeamento do NF.....	26
Tabela 4 – Distribuição dos fragmentos florestais para quantificação da classe Área Florestal.....	29
Tabela 5 – Número e área dos estabelecimentos agropecuários da Mesorregião Norte Fluminense.....	31
Tabela 6 – Número de Estabelecimentos por tamanho de acordo com os Censos Agropecuários de 2006 e 2017.....	31
Tabela 7 – Informações da produção de origem animal (por tipo de produto) e da área plantada ou destinada à colheita (produção das lavouras temporárias e permanentes) no NF em 2018....	34
Tabela 8 – População Urbana e Rural do NF nos Censos Demográficos de 2000 e 2010.....	35
Tabela 9 – Identificação das métricas utilizadas para análise da paisagem a partir do arquivo matricial Fragmentos Florestais do NF no ano de 2018.....	48
Tabela 10 – Distribuição em menor e igual ou maior que 3ha dos fragmentos florestais de Mata Atlântica no Norte Fluminense em 2018	49
Tabela 11 – Valores das métricas da paisagem para fragmentos florestais => 3ha.....	51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO I	16
ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA MESORREGIÃO NORTE FLUMINENSE NO ANO DE 2018	13
ANALYSIS OF THE COVER AND LAND USE IN NORTE FLUMINENSE MESOREGION IN THE YEAR OF 2018	13
ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO EN LA MESOREGIÓN NORTE FLUMINENSE.....	13
1. INTRODUÇÃO	13
2. METODOLOGIA	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4. CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO II	13
ECOLOGIA DA PAISAGEM NO NORTE FLUMINENSE: ANÁLISE ESPACIAL DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NO ANO DE 2018.....	13
LANDSCAPE ECOLOGY IN NORTH FLUMINESE: SPATIAL ANALYSIS OF FOREST FRAGMENTS IN THE YEAR OF 2018.....	13
ECOLOGÍA DEL PAISAJE EN FLUMINES DEL NORTE: ANÁLISIS ESPACIAL DE FRAGMENTOS FORESTALES EN 2018.....	13
1. INTRODUÇÃO	13
2. METODOLOGIA	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
4. CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS	16
CONSIDERAÇÕES FINAIS	20

INTRODUÇÃO

O projeto de análise da fragmentação florestal do bioma Mata Atlântica no Norte Fluminense (NF) surgiu a partir da bolsa de Iniciação Científica da autora financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ. Nesse sentido, o texto foi organizado nas duas vertentes principais do projeto: o capítulo um tratando do Uso e Cobertura da Terra e o capítulo dois, da Ecologia da Paisagem, através das métricas da paisagem. Por último, encontra-se a seção com as conclusões alcançadas por toda a pesquisa.

Como recorte espacial tem-se a Mesorregião Geográfica do Norte Fluminense (figura 1) que abarca nove municípios: Campos dos Goytacazes, Carapebus, Cardosos Moreira, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra. Sendo apenas os municípios de Cardoso Moreira, São Fidélis e Conceição de Macabu os que não são banhados à leste pelas águas do Oceano Atlântico. A mesorregião NF possui extensão territorial de 972.910 hectares (ha) ou 9.729,10 km², ocupando uma área equivalente a 22% da área total do estado do Rio de Janeiro (43.750,427 km²) (IBGE CIDADES, 2020). Em relação aos dados populacionais, o NF apresenta o valor de 849.515 habitantes de acordo com o último Censo Demográfico (IBGE, 2010).

Köppen (1948) classificou o tipo climático predominante da região como Aw, tropical quente e úmido, tendo as estações de verão chuvoso e inverno seco bem definidas. Lumbreras *et. al.*, (2004) propuseram que a temperatura média anual na região varia entre 23 e 25°C, já a precipitação varia entre 766 e 946 mm (ANDRÉ *ET. AL.*, 2008).

A região NF é constituída por um mosaico de formações vegetais do bioma Mata Atlântica podendo defini-las como florestas ombrófilas densas, abertas e mistas, florestas estacionais decíduas e semidecíduas, campos de altitude, mangues e restingas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2013), ou seja, vegetações continentais e costeiras. Em geral, as matas até a cota de 100 metros foram substituídas por pastagens e plantações de cana-de-açúcar, com a vegetação remanescente altamente fragmentada e distribuída na sua maioria em fragmentos florestais com áreas inferiores a 1000 ha, localizados principalmente em propriedades privadas.

O NF compreende a região hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), a qual Fernandez *et. al.* (2018, p. 51) destaca que “apesar de apresentar uma das menores proporções de cobertura por remanescentes florestais, a RH-IX abriga ainda 58 espécies endêmicas ameaçadas de extinção [...]”.

CARTA IMAGEM DA MESORREGIÃO NORTE FLUMINENSE

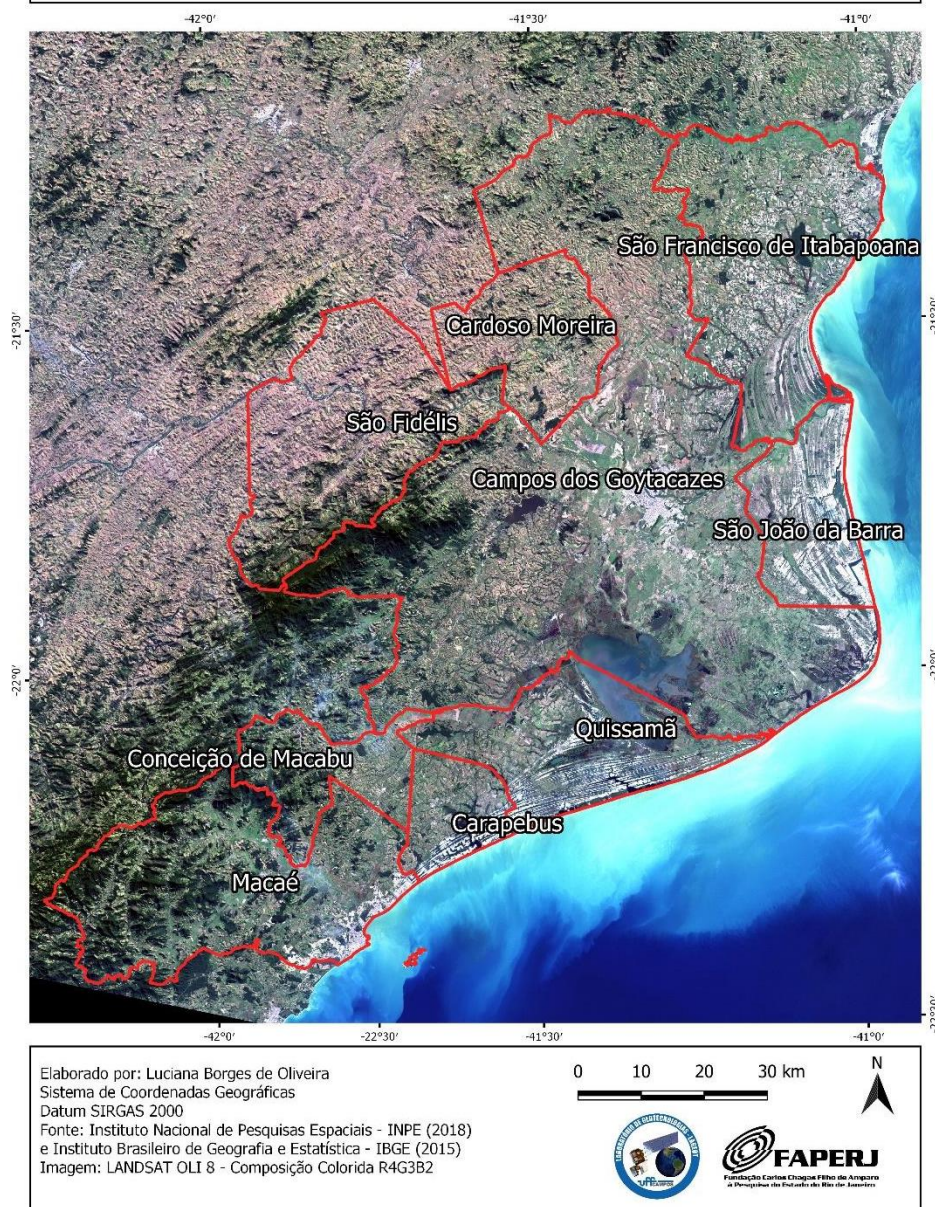


Figura 1. Carta imagem com a localização da mesorregião Norte Fluminense.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

No NF situa-se vinte e uma Unidades de Conservação (somadas as federais, estaduais, de administração municipais e particulares),

que protegem amostras representativas de todos os ecossistemas nativos da Mata Atlântica fluminense (floresta ombrófila densa, floresta estacional, campos de altitude, restingas, manguezais e áreas úmidas como brejos, banhados, lagoas e lagoas), garantindo refúgio para inúmeras espécies de plantas e animais ameaçados de extinção. (INEA, 2020).

Sendo elas: 1. Área de Proteção Ambiental (APA) da Carapeba Boa; 2 APA da Lagoa de Cima; 3. APA do Sana; 4. APA Rio do Colégio; 5. APA Waldeir Gonçalves - Serra do

Itaóca. 6. Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba; 7. Monumento Natural Municipal São Simão; 8. Parque Estadual (PE) da Lagoa do Açu; 9. PE do Desengano; 10. Parque Nacional Restinga de Jurubatiba; 11. Parque Natural Municipal (PNM) da Restinga de Carapebus; 12. PNM da Restinga do Barreto; 13. Refúgio de Vida Silvestre Fazenda; 14. São Lázaro; 15. Reserva Biológica da União; 16. O Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Águas Claras; 17. RPPN Fazenda Caruara; 18. RPPN Mario e Alba Corral; 19. RPPN Peito de Pomba; 20. RPPN Ponte do Baião; 21. RPPN Santo Antônio.

No que concerne a um panorama socioeconômico da mesorregião e corroborando com o que foi disponibilizado no CEPERJ (2020) aponta-se que

A agroindústria açucareira caracteriza, tradicionalmente, a Região Norte Fluminense. Nas últimas décadas, dois outros produtos – petróleo e gás natural – assumiram importante papel na economia regional, colocando-a como uma das principais regiões do Estado. A produção do petróleo e do gás natural, extraídos da Bacia de Campos, é o principal fator de crescimento do PIB do Estado do Rio de Janeiro. As receitas dos municípios do Norte Fluminense – principalmente de Campos dos Goytacazes, Macaé, Quissamã, São João da Barra e Carapebus – sofreram substancial aumento em decorrência do recebimento dos royalties destes produtos. Em geral, com base nestes royalties, os municípios têm realizado melhorias urbanísticas em suas jurisdições, havendo necessidade de estudos mais detalhados sobre a aplicação destes recursos, visando a maximização dos benefícios à população, até porque é preciso pensar no pós-petróleo e gás. (CEPERJ, 2020).

Oliveira *et. al.* (2018, p. 242) apontaram que o “O Estado do Rio de Janeiro experimenta uma nova configuração econômica e produtiva que se estende para Zona de Produção Principal da Bacia de Campos, em virtude dos efeitos multiplicadores da economia petrolífera” (OLIVEIRA, *et. al.*, 2018, p. 242).

Ademais, os setores de petróleo e gás (Complexo Portuário do Açu e Complexo Logístico e Industrial de Farol/Barra do Furado) e mineral (extração de areia e argila) possuem grande importância econômica na RH-IX, porém são responsáveis por causar sérios danos ambientais e pela destruição de ecossistemas. (FERNANDEZ, *ET. AL.*, 2018, P. 51).

Nesse ínterim pôde-se perceber que nas últimas décadas outras dinâmicas espaciais têm ocorrido na mesorregião NF que não agrícolas e pecuárias. Inclui-se à atual conjuntura econômica no NF o aumento na presença da agricultura familiar, Cruz (2006) justifica que estas são características do processo de modernização do setor agropecuário e agroindustrial da região NF que intensificaram os fenômenos de monocultivo, concentração e fragmentação fundiária e do êxodo rural. Souza (2019), por sua vez, corrobora sugerindo que foi justamente da falência desses sistemas de produção e processamento de monoculturas como a cana-de-açúcar, “que teria surgido uma agricultura familiar mais presente comparativamente a outras regiões do estado”.

Cabe destacar que a proposta deste trabalho foi inédita no que compreende o recorte espacial do NF para análise da Ecologia da Paisagem através do cálculo das métricas da paisagem, uma vez que não haviam outros trabalhos com esta temática que englobassem a região NF, nem mesmo outras regiões com a extensão territorial do NF, como pode ser verificado em Almeida (2008), Silva & Silva (2011) e Scussel (2018).

CAPÍTULO I

**ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA MESORREGIÃO NORTE
FLUMINENSE NO ANO DE 2018**

**ANALYSIS OF THE COVER AND LAND USE IN NORTE FLUMINENSE
MESOREGION IN THE YEAR OF 2018**

**ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO EN LA
MESOREGIÓN NORTE FLUMINENSE**

RESUMO

Entre os cinco ‘hotspots’ de biodiversidade, o bioma Mata Atlântica foi historicamente fragmentado e reduzido devido ao uso desordenado da Terra. Neste trabalho objetivou-se mapear, quantificar e analisar o uso e cobertura da Terra do Norte Fluminense (NF) no ano de 2018. Além de avaliar se aspectos socioeconômicos e populacionais podem ter influenciado a paisagem em questão. Mediante a classificação supervisionada da imagem do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8, dos dados sistematizados pelo Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense e das pesquisas de Produção Agrícola e Pecuária Municipal realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) obteve-se a informação de que 56% da área correspondia à áreas antrópicas agrícolas e 31% à área florestal. Por conseguinte, a análise das informações geradas na classificação da imagem, os dados sistematizados pelo Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense e do IBGE, permitiram a constatação de que na região, além da fragmentação florestal ter se dado pelo histórico de uso e cobertura da Terra com o monocultivo da cana-de-açúcar, houve o aumento das áreas (em tamanho) das propriedades rurais em contrapartida à redução do número delas. O aumento das atividades de produção pecuária e da população no NF são fatores que influenciaram o uso e ocupação da Terra e, consequentemente, contribuíram para a fragmentação florestal na paisagem verificada no ano de 2018.

PALAVRAS-CHAVE: Bioma Mata Atlântica. Classificação Supervisionada. Cana-de-açúcar. Pecuária. Fragmentação Florestal.

ABSTRACT

Among the five biodiversity hotspots, the Mata Atlântica biome has historically been fragmented and reduced due to the disordered land use. This work aimed to identify, to quantify and to map the cover and land use classes and the forest fragments in NF in 2018. Besides that, it intends to verify if socioeconomic and population aspects could have influenced the referred landscape. Parting from the supervised classification of the image of sensor OLI in the Landsat-8 satellite, of the systematized data by the Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense and the research of Produção Agrícola e Pecuária Municipal, realized for the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obtained the information that 56% of the area corresponded to anthropic agricultural areas and 31% corresponded to forestall areas. Thereafter, the analysis of the information obtained in the image classification, the data systematized by the Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense and by IBGE, allowed the conclusion that, in this region, besides the forestall fragmentation has happened because of the historic of use and land cover related to the monoculture of sugarcane, there happened the rise of áreas (size) of the farms and the reduction of their quantities, rise of agricultural production activities and of population in NF are factors wich influenced the land use and occupation, consequently, it promoted the forestall fragmentation in the landscape verified in 2018.

KEYWORDS: Mata Atlântica Biome. Supervised Classification. Sugarcane. Livestock.

Forestall Fragmentation.

RESUMEN

Entre los cinco puntos críticos de biodiversidad, el bioma de la Mata Atlántica históricamente se ha fragmentado y reducido debido al uso desordenado de la Tierra. Este trabajo tuvo como objetivo mapear, cuantificar y analizar el uso y cobertura de Terra do Norte Fluminense (NF) en 2018. Además de evaluar si aspectos socioeconómicos y poblacionales pueden haber influido en el paisaje en cuestión. Mediante clasificación supervisada de la imagen del sensor OLI a bordo del satélite Landsat-8, datos sistematizados por el Atlas Socioeconómico del Norte Fluminense y la investigación sobre Producción Agropecuaria y Ganadería Municipal realizada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), se obtuvo información de que el 56% del área correspondía a áreas agrícolas antrópicas y el 31% al área forestal. Por tanto, el análisis de la información generada en la clasificación de la imagen, los datos sistematizados por el Atlas Socioeconómico del Norte Fluminense y el IBGE, permitió observar que en la región, además de la fragmentación forestal, dada la historia de uso del suelo y cobertura con el monocultivo de caña de azúcar, hubo un aumento en las áreas (tamaño) de las propiedades rurales a cambio de la reducción del número de ellas, un aumento en las actividades de producción ganadera y la población en el NF son factores que incidieron en el uso y ocupación de la Tierra y, en consecuencia, contribuyó a la fragmentación forestal en el paisaje verificado en 2018.

PALABRAS CLAVE: Bioma de la Mata Atlántica. Clasificación supervisada. Caña de azúcar. Ganado. Fragmentación forestal.

1. INTRODUÇÃO

O Bioma Mata Atlântica é considerado um dos cinco mais importantes ‘hotspots’ de biodiversidade local, possui elevado endemismo e se encontra ameaçado devido à alta perda de habitat (MYERS *et. al.*, 2000). A cobertura vegetal deste bioma tem sido drasticamente reduzida desde a chegada dos europeus, devido aos diversos ciclos econômicos, destacando-se a exploração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), a substituição das matas por atividades agropecuárias – como o café, a cana-de-açúcar (DEAN, 1997), e as pastagens. O uso descoordenado da Terra neste bioma resulta na fragmentação da paisagem e, conseqüentemente na perda da biodiversidade.

De acordo com projeções históricas, o estado do Rio de Janeiro (ERJ) era quase totalmente coberto pela Floresta Tropical Atlântica — aproximadamente 97% de sua área — o que significa cerca de 44.000 km² de florestas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2002). Porém, com as transformações no uso da Terra ao longo dos anos sua área de cobertura florestal foi reduzida em cerca de 20% em relação àquela existente originalmente (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2018). Este nível de devastação pode ser explicado tanto pelo valor econômico de suas espécies florestais, como pelo uso da Terra e a intensa ocupação humana, o que implica em todo tipo de pressão antrópica (THOMAS *et. al.*, 1998; SIPS, 1999).

Destaca-se o ERJ como uma região de Mata Atlântica estratégica para conservação devido à sua elevada biodiversidade e endemismos para diversos grupos vegetais e animais e concentração de espécies ameaçadas (MANNE *et. al.*, 1999; BERGALLO *et. al.*, 2000a, b; ROCHA *et. al.*, 2000; ROCHA *et. al.*, 2003). Como consequência, várias áreas deste Estado são consideradas de "Extrema Importância Biológica" (MMA/SBF, 2000).

As afirmações apresentadas por Silva (2004) apontaram que o potencial agrícola do ERJ não é utilizado e bem aproveitado como em outros Estados brasileiros. A ideia de que a agricultura fluminense é incipiente e desarticulada é reforçada pelo baixo grau de integração deste setor com os demais, conforme Ney (2010) cita. A mesma autora colocou ainda, que “observa-se no meio rural fluminense, assim como em outros estados brasileiros, a intensificação de atividades não agrícolas, em contrapartida à redução do emprego agrícola”. Soma-se aos fatores supracitados a grande expansão dos centros urbanos e industriais (KURTZ, 1995) onde têm-se 84,72% da população brasileira vivendo em áreas urbanas e 15,28% em áreas rurais (PNAD, 2015).

Quer sejam as atividades agrícolas, quer seja a expansão urbana, ambas relacionam-se à utilização intensiva da Terra e às diversas implicações ambientais que podem acarretar na paisagem. Por isso, mediante o histórico de uso e ocupação da terra no Norte Fluminense (NF) e o trabalho feito pelo Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense para sistematização dos dados produzidos pelo IBGE para o NF, adotou-se como recorte de análise a mesorregião geográfica do Norte Fluminense tendo o ano de 2018 como referência.

No que tange a um país de dimensão continental como o Brasil, com a carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas urbanos, rurais e ambientais (CÂMARA & MEDEIROS, 1997), o geoprocessamento através do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas representam importantes ferramentas de investigação espacial, disponibilizando informações rápidas e confiáveis, viabilizando a análise de recursos naturais e monitoramento eficaz das alterações da paisagem (VICENS *et. al.*, 2001). A utilização das imagens de satélite no monitoramento ambiental de áreas pode contribuir para conservação, previsão do tempo, detecção e monitoramento de focos de incêndios, áreas de queimadas, desmatamento, erosão, dentre outros.

Antes de prosseguir, entende-se nesse estudo a relevância da radiação eletromagnética (REM) para o comportamento espectral de alvos, sendo este o estudo de “como um objeto se comporta espectralmente” na superfície terrestre e deve contemplar três fenômenos que “ocorrem após a incidência da REM sobre um dado objeto: reflexão, transmissão e absorção” (NOVO & PONZONI, 2001, P. 41).

A REM “no vácuo propaga-se à velocidade da luz e sua interação com o meio físico pode ser explicada através de dois modelos: o modelo corpuscular (ou quântico) e o ondulatório”. Sob uma perspectiva ondulatória, a REM “se propaga na forma de ondas formadas pela oscilação dos campos elétrico e magnético” (NOVO & PONZONI, 2001, p. 7). Essas ondas, em conjunto de diferentes comprimentos, compõem o espectro eletromagnético o qual foi dividido pelos Seres Humanos em um certo número de faixas espectrais.

É a partir da reflectância dos objetos na superfície terrestre que um sensor capta as informações e torna-as passíveis de interpretação. No entanto, a resposta espectral de cada alvo da superfície exerce diferente influência em cada faixa, variando de acordo com o comprimento de onda. Por isso, Fitz (2008, p. 107) aponta sobre a importância de entender como a atmosfera pode gerar dois tipos básicos de fenômenos: a absorção de energia e a dispersão de energia (espalhamento).

O presente estudo pretende contribuir com estudos acerca da análise da fragmentação florestal no norte do ERJ e oferecer elementos para compreensão dos possíveis impactos socioeconômicos e populacionais da região norte fluminense, tendo especificamente objetivos como: identificar, quantificar e mapear as classes de cobertura e uso da terra na área estudada no ano de 2018; e avaliar os aspectos socioeconômicos e populacionais que podem estar influenciando a paisagem verificada.

Para que tais objetivos fossem alcançados, foi necessário o manuseio dos *softwares* ENVI (versão 5.1), para realizar o processamento digital da imagem; QGIS (versão 3.4), para etapas relacionadas à elaboração dos mapeamentos temáticos e outras ações para investigação espacial.

2. METODOLOGIA

Prioritariamente, debruçou-se sobre o arcabouço teórico do geoprocessamento, de estudos acerca do uso e cobertura da Terra e do Estado do Rio de Janeiro, mais especificamente, da mesorregião Norte Fluminense (NF). A metodologia adotada neste estudo pode ser observada na figura 2.

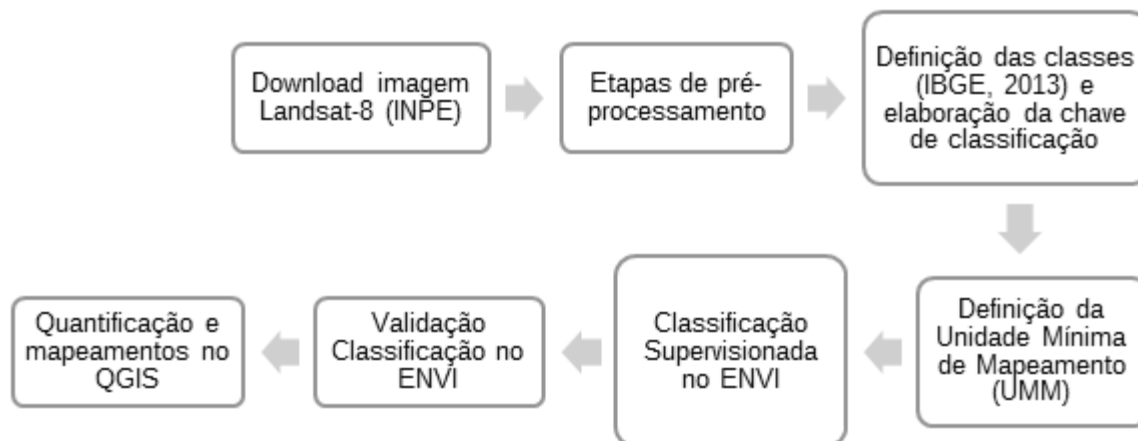


Figura 2. Fluxograma com a metodologia adotada no capítulo I.

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

A escolha e download da imagem do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8 (tabela 1) com resolução espacial multiespectral de 30 metros foi feita no site da Divisão de Processamento de Imagem (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com órbita-ponto 216-075 e data de 08 de julho de 2018.

NÚMERO DA BANDA	NOME DA BANDA	FAIXA ESPECTRAL (μM)	RESOLUÇÃO ESPACIAL (M)
1	Costeira/Aerossol (CA)	0.433–0.453	30
2	Azul	0.450–0.515	30
3	Verde	0.525–0.600	30
4	Vermelho	0.630–0.680	30
5	Infravermelho Próximo (NIR)	0.845–0.885	30
6	SWIR 1	1.560–1.660	30
7	SWIR 2	2.100–2.300	30
8	PAN	0.500–0.680	15
9	Cirrus	1.360–1.390	30

Tabela 1. Características das bandas do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8.

Fonte: Barsi *et al.* 2014.

As imagens capturadas pelo satélite Landsat-8, como asseverado por Meneses & Almeida (2012, p. 24), “que recobrem grandes áreas, de dezenas de milhares de quilômetros quadrados, como as do satélite Landsat” são associadas com resoluções espaciais de 30 metros. Por essas imagens “não mostrarem os detalhes dos alvos, servirão para estudos em escalas mais regionais” (MENESES & ALMEIDA, 2012, P. 24). Por isso optou-se pela utilização do satélite Landsat-8, uma vez que, foi proposta neste estudo foi uma análise regional.

No *software* ENVI foi realizada a correção atmosférica da imagem, etapa de pré-processamento necessária para redução dos ruídos atmosféricos, apesar da imagem escolhida já ter sido coletada em período de seca na região NF (com pouca presença de nuvens). Executou-se a correção atmosférica de cada banda através do algoritmo *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes* (FLAASH), presente na plataforma ENVI. Posterior à correção atmosférica, importou-se para o *software* QGIS as bandas da imagem, onde fez-se as uniões e reprojeções das mesmas para o *Datum* SIRGAS 2000 e zona 24-Sul. As bandas foram unidas com base nas composições coloridas de dois canais RGB (*red-green-blue*): falsa-cor infravermelho (com as bandas 5, 4 e 3) e cores-naturais simulado (bandas 6, 5 e 4, respectivamente).

A partir daí, percebeu-se a necessidade de delimitação das classes de mapeamento que seriam utilizadas para seguinte elaboração da chave de classificação (Apêndice 1). As classes

de mapeamento foram adaptadas do Sistema de Classificação para Cobertura e Uso da Terra disponibilizada no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

De acordo com os interesses desta pesquisa, a escala geográfica da área de estudo e a resolução espacial da imagem escolhida, observou-se que a definição das classes em nível II ou III do Manual Técnico do IBGE dificultaria a análise, por especificarem aspectos que não eram de relevância neste estudo. Por isso, foi selecionado apenas o nível I da classificação do Manual Técnico: Áreas Antrópicas Não Agrícolas (AANA); Áreas Antrópicas Agrícolas (AAA); Áreas Vegetação Natural (AVN); Outras Áreas (OA); e Água.

Para facilitar a interpretação dos leitores, alguns sinônimos foram utilizados para as classes destacadas a seguir: AANA corresponde a Áreas Urbanizadas (que englobam as sedes, distritos e localidades dos municípios - AU), AVN = Áreas Florestais (AF), OA = Áreas Descobertas (compreendendo solo exposto ou praias ou rochas expostas e/ou áreas de uso não identificado - AD).

É de todo oportuno frisar que, assim como descrito em Decreto nº 6.660/08 da Lei 11.428/06 o qual determinou-se que através do Mapa da Área de Aplicação Lei da Mata Atlântica se incluiria a configuração original das formações florestais nativas e ecossistemas. Por isso, o presente estudo levou em consideração como área do bioma Mata Atlântica no Norte Fluminense as (os): florestas ombrófilas densas, abertas e mistas, florestas estacionais decíduais e semidecíduais, campos de altitude, mangues, restingas e vegetação nativa das ilhas costeiras. Sendo assim, este trabalho incluiu vegetações continentais e costeiras na classe “Áreas Florestais”. Também não fez distinção entre remanescentes florestais, áreas de vegetação secundária ou até mesmo florestas plantadas, sendo todas elas abarcadas pela classe supracitada.

Definidas as classes de mapeamento, a chave de classificação (apêndice 1) foi elaborada com amostras das composições coloridas em falsa-cor e infravermelho obtidas na escala de 1:150.000. Esta chave teve por objetivo descrever as características de cada classe de mapeamento utilizada através da imagem Landsat-8, de modo que guiasse rápida e posteriormente à ação do fotointérprete ao analisar os alvos.

A definição da escala de mapeamento foi pautada na Unidade Mínima de Mapeamento (UMM) do Manual Técnico do IBGE (2013) que sugere que a UMM está associada ao tamanho do pixel da imagem utilizada. Por este estudo manipular uma imagem com uma resolução

espacial de 30 metros, e possuir uma área de estudo com análise em nível regional, foi considerada como UMM 900 metros quadrados.

O próximo passo foi a classificação supervisionada da imagem em composição colorida falsa-cor infravermelho. A classificação foi feita a partir da composição em falsa-cor infravermelho com as bandas 5, 4 e 3, pois a banda 5 do Landsat-8 correspondente ao infravermelho próximo é a mais indicada para estudos da vegetação por conta da interação com os pigmentos de clorofila, como apontado por Cintra (2015, p. 18)

Quando se pretende utilizar o sensoriamento remoto para obtenção de informações da cobertura vegetal de uma região, deve-se levar em consideração a interação da energia solar com a comunidade de plantas. Esta interação se dá principalmente através dos pigmentos contidos nas folhas. A clorofila, por exemplo, absorve bem a energia na faixa de comprimento de onda entre 0,45 e 0,67 μm . Conforme o espectro eletromagnético se direciona do visível ao infravermelho próximo, perto de 0,7 μm , a reflectância da vegetação saudável aumenta fortemente. A reflectância captada da vegetação entre 0,7 e 1,3 μm é resultado da estrutura interna das folhas (LILLESAND e KIEFER, 2000 *apud* CINTRA, 2015, P. 18).

Retornou-se ao *software* ENVI e as etapas que seguem foram todas realizadas no mesmo. Inicialmente, fez-se a segmentação da imagem, na opção *Feature Extraction*, onde a função *Example Based Feature Extraction Workflow* foi escolhida. Os parâmetros utilizados para segmentação foram: em *Segment Settings* o algoritmo *Edge (scale level 20)*, e em *Merge Settings*, o algoritmo *Full Lambda Schedule (merge level 20)*.

O ENVI permite que seja inserida uma camada máscara, sendo assim, o arquivo vetorial *shapefile* do NF foi adicionado, obtendo o recorte e segmentação apenas da área desejada. A seguir abriu-se a janela *Example-Based Classification – Choose Examples* para que a classificação supervisionada fosse iniciada.

Foram estabelecidas as cinco classes a serem geradas (*Example Selection*) onde foram atribuídas 50 amostras para cada classe. As afirmações apresentadas por Congalton (1991) sugerem a seleção de 50 amostras, por conseguinte, entendeu-se a importância da seleção da mesma quantidade de amostras para cada classe do trabalho, para que a proporcionalidade não fosse comprometida ou distorcida. Definiu-se *Attribute selection – all attributes* como os atributos a serem gerados na classificação; e finalizou-se com a seleção do algoritmo SVM. Após a conclusão da classificação, os resultados foram salvos em formato matricial (raster) e vetorial gerados pelo *software* ENVI.

Assim como asseguraram ANTUNES & LINGNAU (1997),

Grande parte do mapeamento digital de cobertura vegetal, a nível regional, vem sendo realizado através de imagens de sensoriamento remoto. Técnicas de classificação

supervisionada associadas ao processamento digital de imagens têm dado bons resultados na extração de informação que compõem determinada região. No entanto, todo o processo de classificação está sujeito a erros dos mais diversos tipos e fontes. (ANTUNES & LINGNAU, 1997, p. 2).

Tais perspectivas a respeito do mapeamento digital contribuíram para que nesta pesquisa fosse concebido que a validação de uma classificação ou a validação da acurácia, como também é conhecida, constitui-se como uma das ações mais importantes para a análise da cobertura terrestre. Uma vez que acaba por estabelecer relação direta com a qualidade do mapeamento. No entanto, destaca-se que os possíveis erros na classificação e/ou confusão de classe podem ter ocorrido devido a resolução espacial da imagem utilizada, mas que apesar disso, apresenta resolução radiométrica de 12 bits e espectral de 0.845 - 0.885 μm na banda do infravermelho próximo (B5), 0.630 - 0.680 μm na banda do vermelho (B4) e 0.525 - 0.600 μm na banda do verde (B3) (EMBRAPA, 2018). Uma vez que a composição colorida em falsa-cor infravermelho (B5, B4 e B3) foi a utilizada para classificação supervisionada.

O *software* ENVI oferece a funcionalidade de gerar matriz de confusão, logo, isto foi feito. A matriz de confusão se trata de uma distribuição binominal dos resultados da classificação digital e de amostras da imagem referência.

Posterior à matriz de confusão gerada, o ENVI calculou o índice *kappa*, o qual considera que todos os elementos da matriz de confusão, ao invés de apenas aqueles que se situam na diagonal principal da mesma, devem ser estimados através da soma da coluna e linhas marginais (COHEN, 1960 *apud* ANTUNES e LINGNAU, 1997). Os autores colocaram ainda que,

Segundo COHEN (1960), o coeficiente Kappa mede o grau de concordância em escalas nominais assumindo que: as unidades são independentes; as classes ou categorias da escala nominal são independentes e mutuamente exclusivas; o classificador e os pontos de referência operam de forma independente. (ANTUNES & LINGNAU, 1997, p. 10).

Por fim, teve-se como próxima etapa o cálculo da área ocupada por cada classe de uso e cobertura da Terra identificadas na classificação realizada no ENVI. Os dados gerados foram importados para o *software* QGIS, onde também foram elaborados os mapeamentos de Uso e Cobertura da Terra e de Fragmentos Florestais de Mata Atlântica no Norte Fluminense. Ou seja, foram realizados dois mapeamentos distintos: um com todas as classes de Uso e Cobertura da Terra no NF e outro apenas com os Fragmentos Florestais do NF no ano de 2018. Nos mapeamentos temáticos também foram inseridos o *shapefile* das Unidades de Conservação do NF, disponibilizado pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA, órgão vinculado à Secretaria Estadual do Meio Ambiente do ERJ.

Como assinalado anteriormente, todas as formações florestais nativas e ecossistemas continentais e costeiros foram classificados como “Áreas Florestais” ou “Fragmentos Florestais” no trabalho aqui exposto, e que estes termos foram tidos como sinônimos ao longo da discussão. E para maiores esclarecimentos, escolheu-se como divisão territorial o NF, pois os resultados gerados a partir da classificação supervisionada foram comparados com os dados socioeconômicos disponibilizados pelo Portal do Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As classes utilizadas foram escolhidas em nível I do sistema de classificação do IBGE, sendo elas: Áreas Antrópicas Não Agrícolas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas de Vegetação Natural, Outras Áreas e Água. Contudo, como explícito anteriormente adotou-se nomenclaturas de melhor compreensão para o leitor sendo utilizados, respectivamente, os termos: Áreas Urbanizadas, Áreas Antrópicas Agrícolas, Áreas Florestais, Áreas Descobertas e Água. Totalizando cinco classes de mapeamento de Uso e Cobertura da Terra.

A matriz de confusão gerada no ENVI pode ser visualizada na tabela 2 qual representou a distribuição binominal dos resultados obtidos. Para a realização desta etapa foram selecionadas 20 regiões de interesses (ROI) para cada classe.

CLASSES	REALIDADE TERRESTRE					
	AGUA	AU	AAA	AD	AF	TOTAL
Não classificado	0	0	0	0	0	0
Água	159	0	0	0	0	159
Áreas Urbanizadas	0	136	0	0	0	136
Áreas Antrópicas Agrícolas	0	0	118	92	0	210
Áreas Descobertas	0	0	0	60	0	60
Áreas Florestais	0	0	0	8	176	184
TOTAL	159	136	118	160	176	749

Tabela 2. Matriz de confusão das classes de Uso e Cobertura da Terra no NF.

Fonte: Autora, 2019.

A partir da matriz de confusão gerada (tabela 2), o *software* ENVI realizou o cálculo do coeficiente kappa. O valor do mesmo foi 0,8337 e foi classificado de acordo com Landis e Rock (1977) como coeficiente kappa em nível “excelente”.

Com os parâmetros utilizados e os resultados obtidos mediante classificação no *software* ENVI, chegou-se a quantificação de 75.756 feições, quando somadas todas as classes. Sendo somente 28.047 feições de fragmentos florestais. A tabela descrita abaixo (tabela 3) quantificou a área total no NF em quilômetros quadrados (km²), hectare (ha) e porcentagem (%) de área ocupada por cada classe de mapeamento no NF.

ID	NOME DAS CLASSES	KM²	HECTARE (ha)	%
1	Áreas Urbanizadas	214,8	21.4	2%
2	Áreas Antrópicas Agrícolas	5.473,1	547.3	56%
3	Áreas Florestais	2.951,7	295.1	31%
4	Áreas Descobertas	682,9	68.2	7%
5	Água	406,6	40.6	4%
	TOTAL	9.729,1	972.9	100%

Tabela 3. Área ocupada pelas classes de mapeamento do NF.

Fonte: Autora, 2019.

Diante da espacialização dos resultados do Uso e Cobertura da Terra no NF (figura 3), o número da área ocupada por AAA exibida na tabela 3 pôde ser visualizado na paisagem demonstrando-se predominante quando comparado às outras classes. A segunda maior classe foram as áreas florestais com aproximadamente 31% da área total da paisagem. Como ilustrado no gráfico (figura 4).

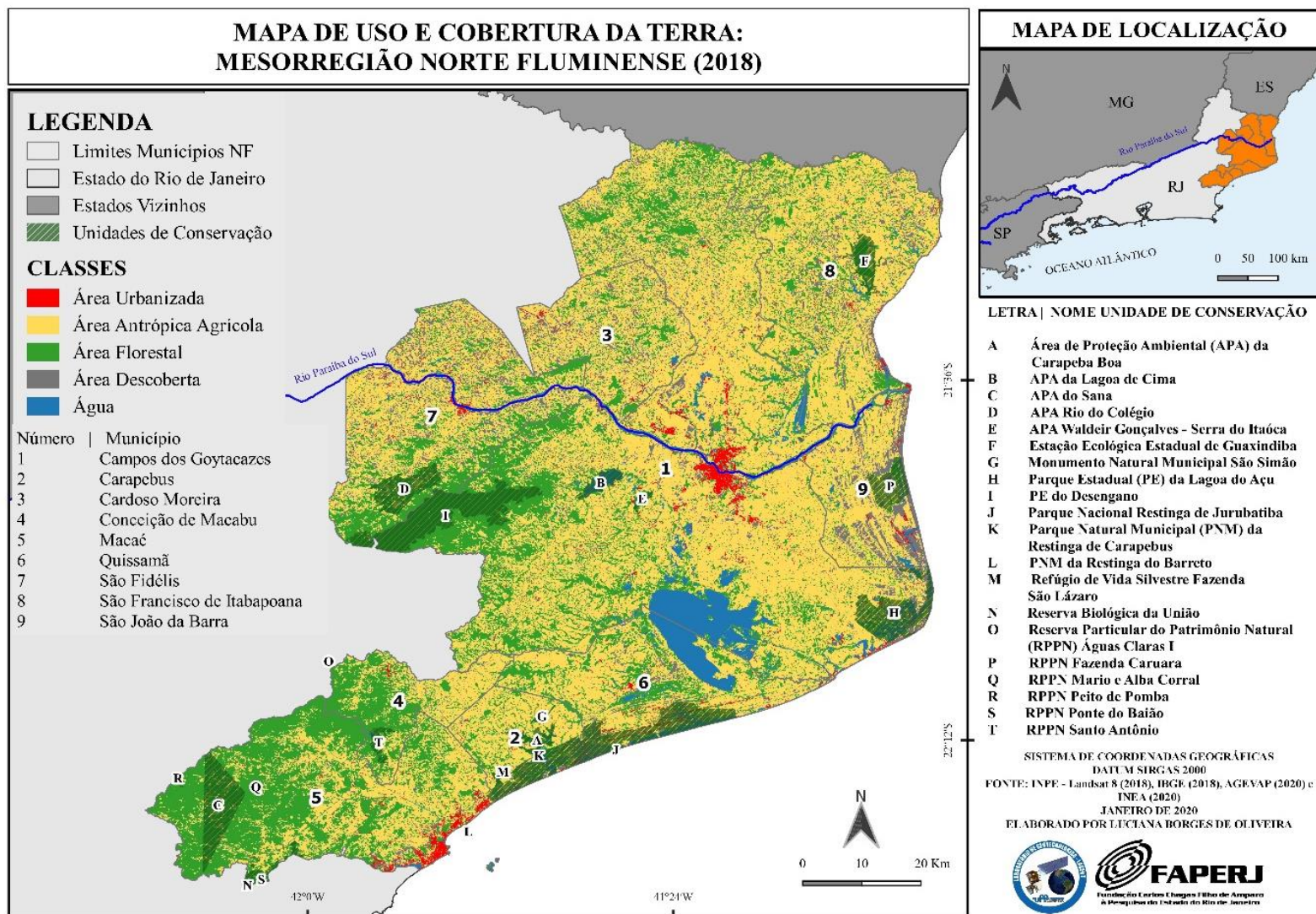
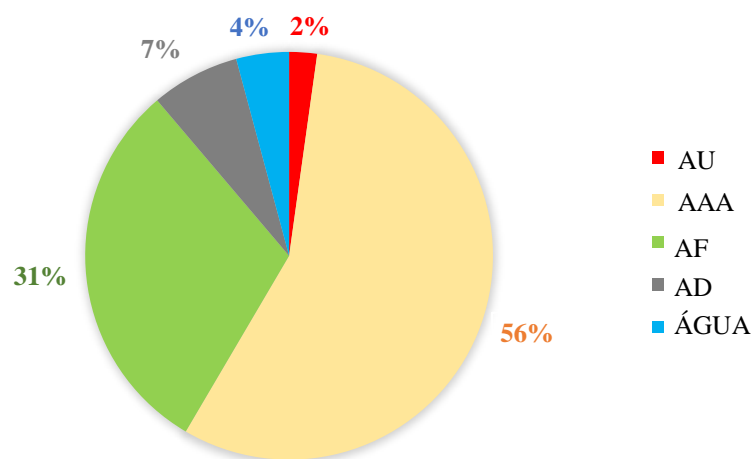


Figura 3. Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Norte Fluminense (RJ) em 2018.

Fonte: Autora, 2020.

USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO NF EM 2018



Elaborado por Luciana Borges de Oliveira (2020).

Figura 4. Gráfico com a porcentagem de uso e cobertura da Terra no NF em 2018.

Fonte: Autora, 2020.

O fato do NF ser uma região historicamente pautada em economias agropecuárias, como apontado por Ney (2010, p. 29) “em função do distanciamento da região metropolitana, apresenta fortes características rurais, com a produção de leite, cana-de-açúcar, café e frutas”. Apesar disso, áreas de pastagens para produção animal foram acrescentadas à dinâmica territorial do NF, uma vez que essas culturas apresentam utilização intensa da Terra. Como sustentado por Scussel (2018) e Constantino *et. al.* (2003), dentre as causas antrópicas da fragmentação florestal, elenca-se a “extração de madeiras florestais; as queimadas; a mineração; a expansão das atividades agropecuárias; o crescimento e a expansão urbana desordenada”. (CONSTANTINO *et. al.*, 2003).

Nesse sentido, dos 28.047 fragmentos florestais quantificados observou-se que a maior parte deles, 48% eram fragmentos menores que 1 hectare, como sistematizado na tabela 4. Destaca-se, novamente, que para a classificação de Uso e Cobertura da Terra considerou-se o valor de 900 metros como UMM.

DISTRIBUIÇÃO EM HECTARE (HA)	Nº FRAGMENTOS FLORESTAIS	FRAGMENTOS FLORESTAIS (%)
<1ha	13669	48,73%
>=1ha < 10ha	12015	42,84%
>=10ha > 100ha	2157	7,69%
>= 100ha < 1000ha	185	0,67%

>100ha	21	0,07%
TOTAL	28047	100,00%

Tabela 4. Distribuição dos fragmentos florestais para quantificação da classe Área Florestal.

Fonte: Autora, 2020.

A tabela acima exibiu que a mesorregião Norte Fluminense apresentou número elevado de fragmentos pequenos (menores que 1ha) indicando que 48,73% da área florestal ocupada, eram por fragmentos menores que 10.000 metros quadrados (equivalente a 1 ha). E 42,83% eram fragmentos que ficaram entre os tamanhos: maior ou igual a 1 ha e menores que 10 ha. Os fragmentos menores que 1 ha totalizaram juntas 25.683 fragmentos de um total de 28.047. Isso reforçou o prognóstico de que a Mata Atlântica foi altamente fragmentada no Norte Fluminense. Cabe mencionar, ainda, que os valores dessas porcentagens (tabela 4) não dizem respeito à área territorial ocupada por esses fragmentos florestais; referem-se, entretanto, à porcentagem de fragmentos em cada intervalo de classe.

O mapa representado a seguir (figura 5) espacializou todos os 28.047 fragmentos florestais gradualmente como nos intervalos descritos na tabela 4.

MAPA DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS DO BIOMA MATA ATLÂNTICA: MESORREGIÃO NORTE FLUMINENSE (2018)

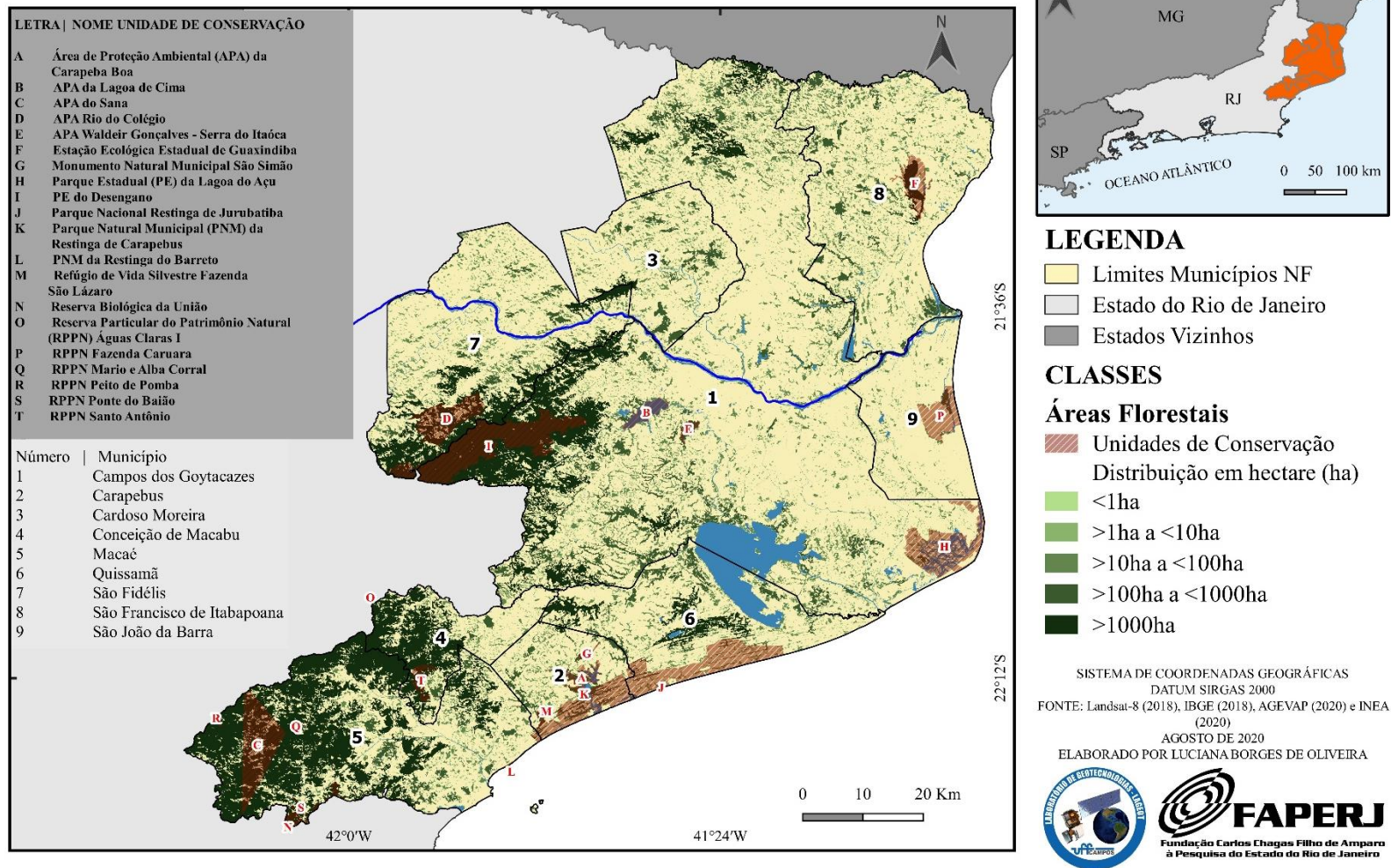


Figura 5. Mapa dos fragmentos florestais de Mata Atlântica do Norte Fluminense no ano de 2018.

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Dados levantados pelo Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense (ASNF) em 2018 serviram para aprofundar a discussão. Na tabela 5 foi possível analisar que o número de estabelecimentos rurais do ano de 2017 no NF diminuiu 5,55% em relação ao ano de 2006, sugerindo assim, queda no número de estabelecimentos rurais e aumento na área ocupada por estes estabelecimentos.

ANO	Nº DE ESTABELECEMENTOS	ÁREA	
		OCUPADA (AO)	% AO / ÁREA TOTAL DO NF
2006	17.573	531.710	55%
2017	16.597	564.436	58%

Tabela 5. Número e área dos estabelecimentos agropecuários da Mesorregião Norte Fluminense.

Fonte: Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense (2018). Adaptado pela autora, 2020.

No entanto, a tabela 6 demonstrou que houve aumento no número dos estabelecimentos de áreas pequenas (tamanho) em cinco dos nove municípios da mesorregião (Campos dos Goytacazes, São João da Barra, São Francisco do Itabapoana, Cardoso Moreira e Carapebus) entre os anos de 2006-2017. E nos outros quatro municípios (Conceição de Macabu, Quissamã, São Fidélis e Macaé) aumentou o número de estabelecimentos de tamanho médio ou grande, em igual período.

MUNICÍPIOS	2006			2017		
	PEQUENOS	MÉDIOS	GRANDES	PEQUENOS	MÉDIOS	GRANDES
Carapebus	133	16	4	493	53	3
Campos dos Goytacazes	7.148	822	73	7.023	666	70
Cardoso Moreira	514	111	4	492	84	11
Conceição de Macabu	161	44	2	246	83	6
Macaé	477	125	23	674	182	29
Quissamã	215	49	5	239	56	7
São Francisco de						
Itabapoana	3.130	325	15	3.429	250	10
São Fidélis	3.135	233	16	1.475	260	15
São João da Barra	310	31	3	673	19	-

Tabela 6. Número de Estabelecimentos por tamanho de acordo com os Censos Agropecuários de 2006 e 2017.

Fonte: Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense (2018). Adaptado pela autora, 2020.

Diante do que foi exposto até aqui, pretendeu-se elucidar com as informações do Censos Agropecuários (2006 e 2017) sistematizadas pelo ASNF que, de fato, ocorreu redução no número de estabelecimentos, mas que a área ocupada por estes estabelecimentos não acompanha o mesmo movimento. Ao comparar a informações chegou-se à conclusão que em 2017 não houve diminuição na área ocupada pelas unidades rurais, pelo contrário; como mostrado na tabela 5 onde a área ocupada pelos 17.573 estabelecimentos em 2006 e pelos 16.597 estabelecimentos no ano de 2017.

Isso indica que de um censo agropecuário para outro houve o aumento de 3% na área ocupada pelos estabelecimentos rurais no Norte Fluminense. Neste sentido apontou um possível processo de concentração de terras, uma vez que houve redução no número de unidades rurais e aumento na área ocupada pelos mesmos. Na tabela 6 pode-se perceber que quatro municípios (Conceição de Macabu, Quissamã, São Fidélis e Macaé) em 2017 expandiram a quantidade de estabelecimentos com áreas médias ou grandes.

É digno de nota que a classificação em pequeno, médio e grande estabelecimentos foi feita pelo ASNF com base na estratificação dos estabelecimentos realizada pelo IBGE. Portanto, foram tidos como pequenos estabelecimentos àqueles com até 50 hectares; de 50 ha a 200 ha eram estabelecimentos de tamanho médios; e maior que 200 ha, os grandes estabelecimentos. Aponta-se, ainda, que o IBGE ao contrário do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), trabalha com estabelecimentos rurais e não imóveis rurais, sendo assim, os dois Institutos dispõem de metodologias distintas de sistematização dos dados.

Dando continuidade à discussão, a figura 6 indicou que o número de exportações entre os anos de 2007 e 2017 foi reduzida na mesorregião NF, tendo apenas o município de Macaé o saldo positivo quando analisada a taxa de exportação do censo anterior. Ressalta-se, todavia, que neste município localiza-se a sede da empresa Petrobrás da Bacia de Campos que dispõe como carro-chefe os setores empregatícios da indústria e de prestações de serviços (vide figura 6).

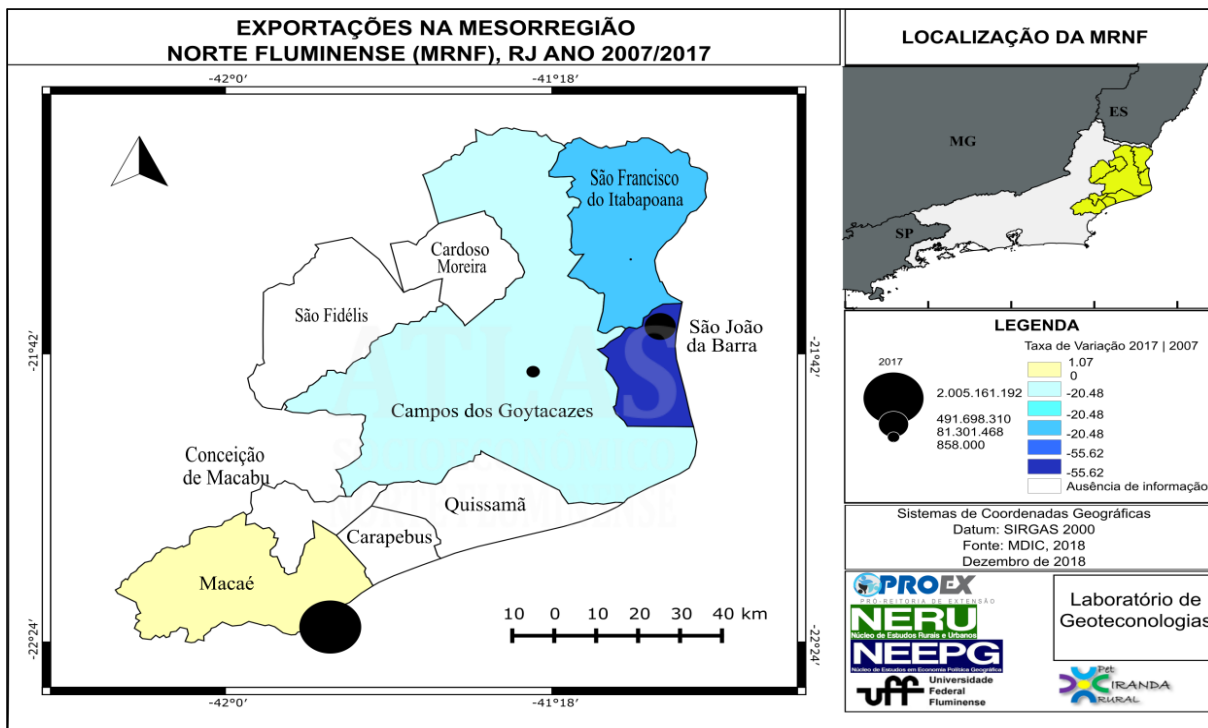


Figura 6. Mapa do número de exportações entre os anos 2007 e 2017 no NF.

Fonte: Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense, 2018.

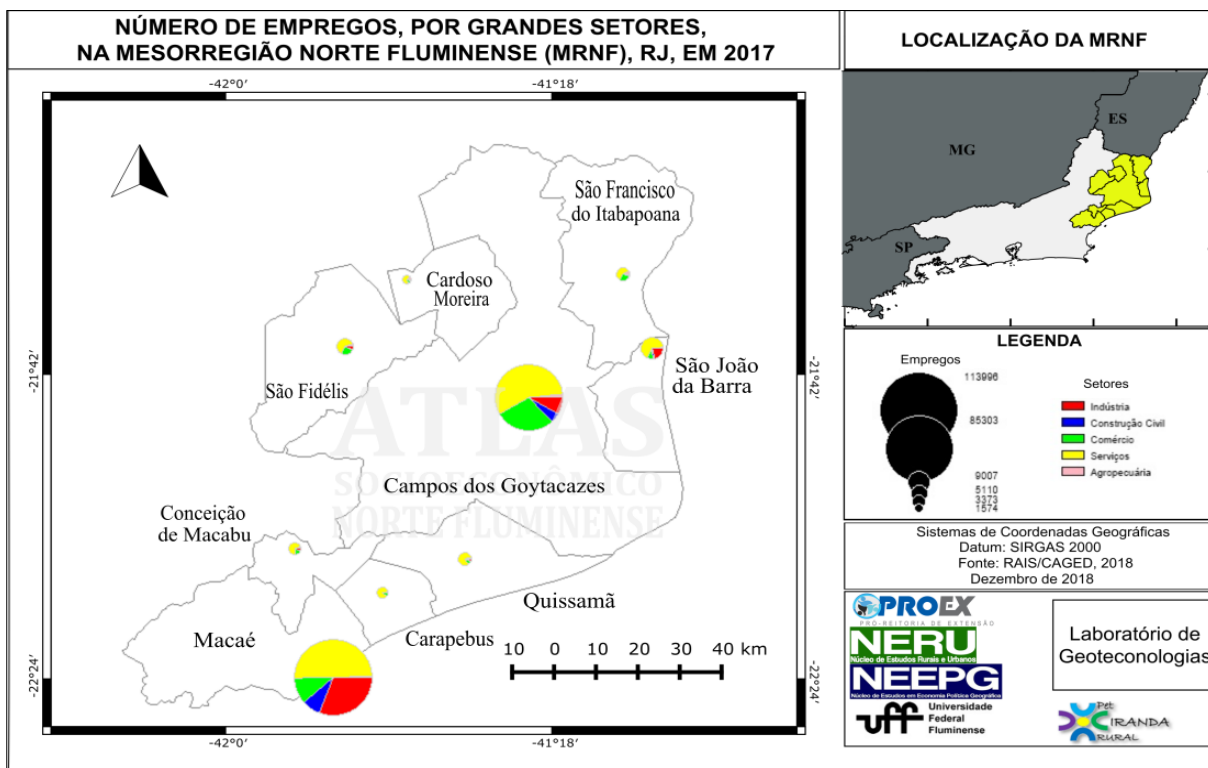


Figura 7. Mapa do número de empregos por grandes setores no NF em 2017.

Fonte: Portal Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense, 2018.

Os dados da figura 7 serviram, ainda, para sinalizar que atividades com produções de origem animal podem ter sido alavancadas se contrastado às atividades agrícolas como de

produção de cana-de-açúcar, café, frutas, entre outros. Foi o que demonstrou os dados preliminares de Produção Agrícola Municipal e da Pesquisa da Pecuária Municipal levantados pelo IBGE (2018) e exibidos na tabela a seguir (tabela 7).

ANO	PRODUÇÃO DE ORIGEM ANIMAL			ÁREA PLANTADA OU DESTINADA À COLHEITA
	Leite (Mil litros)	Ovos de galinha (Mil dúzias)	Mel de abelha (Quilogramas)	Produto das lavouras temporárias e permanentes (hectares)
2000	71387	354	9057	163523
2018	82942	1183	45304	57336

Tabela 7. Informações da produção de origem animal (por tipo de produto) e da área plantada ou destinada à colheita (produção das lavouras temporárias e permanentes) no NF em 2018.

Fonte: Produção Agrícola Municipal, 2018 (IBGE); Pesquisa da Pecuária Municipal, 2018 (IBGE). Elaborado pela autora, 2020.

De imediato apreendeu-se na tabela acima que as atividades de produção animal tiveram destaque ao longo dos anos (2000-2018), à medida que houve declínio da produção das lavouras temporárias ou permanentes, como o caso da produção sucroalcooleira. Aspectos históricos estes que foram discutidos no boletim técnico N° 6 do Observatório Socioeconômico da região Norte Fluminense, o qual exibiu que em 2002 no NF,

Uma de suas principais atividades econômica era a indústria sucroalcooleira [...]. Essa atividade, entretanto, nas últimas três décadas vem passando por um processo de declínio em função de sucessivos planos econômicos, desvalorização da moeda nacional em relação ao dólar e dívidas em dólar assumidas pelas unidades produtivas na modernização das indústrias [...]. (Adaptado de Azevedo, 2002, p. 6).

Confirmando tal cenário, outro estudo que apontou a redução de área cultivada da cana-de-açúcar, principalmente, posterior ao ano 2000, foi o de Mendonça *et. al.* (2011, p. 569) em que,

Pode-se concluir que, nos seis principais municípios produtores de cana-de-açúcar localizados na região Norte Fluminense, ocorreu uma queda na área de plantio, durante os anos-safra de 1984/1985 a 2006/2007, de 43.308,33ha. Pode-se concluir, ainda, que, nos últimos dois anos-safra analisados, houve um incremento na área destinada à atividade canavieira nos municípios da região, principalmente em Campos dos Goytacazes, São Francisco de Itabapoana e Cardoso Moreira. Em valores totais, a região recuperou 24.422,72 ha entre os anos-safra de 2000/2001 e 2006/2007. (MENDONÇA *et. al.* . , 2011, p. 569).

Concisamente, pode-se dizer que no ano de 2002 as atividades sucroalcooleiras apresentavam queda, e que este panorama vinha se repetindo há três décadas. Entretanto, as análises de Mendonça *et at.* (2011) evidenciaram que, mesmo assim, houve o aumento de

aproximadamente 24 mil hectares de atividades canavieiras no intervalo dos anos de 2001 e 2007 em três municípios do NF, processo este que pode ter contribuído para o número de estabelecimentos rurais no ano de 2006 em relação ao total de unidades rurais no ano de 2017 como foi exibido na figura 4b deste relatório.

O que se pretendeu discutir e apresentar neste estudo foi que o uso e cobertura da Terra sempre se deu de forma intensiva na paisagem do Norte Fluminense, enfatizando-se, sobretudo, as atividades que necessitavam de áreas não-vegetadas. Como consequência do fator histórico supracitado, obteve-se a alta fragmentação do Bioma Mata Atlântica.

No que tange a população do Norte Fluminense, o Censo Demográfico - IBGE de 2010 quantificava para mesorregião NF 849.515 mil pessoas (somados os nove municípios), mas dados do IBGE - Estimativas de População de 2018 apontaram o valor de 948.195 mil pessoas, um aumento de 11,61% (98.680 mil pessoas). No mesmo sentido, os Censos Agropecuários informaram que a população rural do norte fluminense era de 30.256 mil pessoas em 2006 e de 37.655 mil pessoas em 2017 (tabela 8).

MUNICÍPIOS	2000		2010	
	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL
Campos dos Goytacazes	364177	42991	418.725	45.006
Cardoso Moreira	8041	4554	8.757	3.843
São Fidélis	26513	10276	29.679	7.864
São Francisco de Itabapoana	19739	21736	21.092	20.262
São João da Barra	19631	8051	25.693	7.054
Carapebus	6875	1791	10.542	2.817
Conceição de Macabu	16542	2240	18.337	2.874
Macaé	126007	6454	202.859	3.869
Quissamã	7699	5975	12.996	7.246
TOTAL	595224	104068	748.680	100.835

Tabela 8. População Urbana e Rural do NF nos Censos Demográficos de 2000 e 2010.

Fonte: Atlas Socioeconômico do Norte Fluminense (2018). Adaptado pela autora, 2020.

A tabela 8 apresentou as informações sobre a população rural e urbana no ano de 2000 no NF, onde analisou-se que a população urbana era maior que a população rural. Observou-se ainda que no ano de 2000 os municípios de Campos dos Goytacazes e Macaé concentravam a maior parte da população, seguido dos municípios de São Francisco do Itabapoana, São Fidélis,

São João da Barra, Conceição de Macabu, Quissamã, Carapebus e Cardoso Moreira, respectivamente.

NEY (2010, p. 26) apontou que o fenômeno de crescimento das atividades não-agrícolas no NF, “tem feito com que muitas famílias passem a combinar atividades agrícolas e não-agrícolas como estratégia de ampliar a renda familiar, bem como da própria sobrevivência” (NEY, 2010, p. 26), explicando “que as atividades agrícolas não conseguem absorver parte da mão-de-obra da família.” (NEY, 2010, p. 26).

Nesse ínterim, a dinâmica demográfica de concentração nos municípios de Campos dos Goytacazes e Macaé (tabela 8) muito pode ser justificada pelo processo de transformação produtivo da mesorregião. As afirmações apresentadas por Oliveira *et. al.* (2018) mostraram que,

A região gradativamente migrou de uma base econômica exclusivamente agrária, ancorada na monocultura canavieira e na indústria sucroalcooleira para uma indústria extrativa mineral cuja cadeia produtiva e características do processo de produção atrai, desde empresas transnacionais de grande porte como pequenas e médias empresas (Piquet, 2004 *apud* OLIVEIRA *et. al.* 2018).

Isso pôde ser evidenciado na já referida figura 7 que mostrou que os principais setores geradores de empregos no NF são os de serviços e indústria. Isso também explicou o motivo pelo qual maior parte da população NF centrou-se em áreas urbanas e nos municípios de Campos e Macaé.

No entanto, ainda que os dados tenham apresentado concentração populacional em áreas urbanas do norte fluminense, retoma-se a prerrogativa de que a forma de uso e cobertura da Terra no Norte Fluminense propiciou diversas atividades de degradação da Terra no NF, como asseverado por Souza (2019),

O desempenho ruim na dimensão ambiental pode estar associado à degradação do solo gerada primeiramente pelas atividades monocultoras de café e cana-de-açúcar e que posteriormente foi agravada pela prática da pecuária extensiva que passa a dominar a paisagem da região. (SOUZA, 2019).

4. CONCLUSÕES

Diante do que foi discutido e com a espacialização vista nas figuras 3 e 5 notou-se que o território NF foi marcado pelo uso de culturas agrícolas e pecuárias que apontaram para o aumento das áreas ocupadas pelos estabelecimentos rurais entre 2006 e 2017. Apesar de ter havido uma breve recuperação das atividades sucroalcooleiras, a maior expansão foi observada na produção animal nas primeiras duas décadas do século XXI. Isso significa que as atividades

econômicas podem ter sido modificadas, mas as influências espaciais da pecuária e agricultura permanecem, ainda que de outras formas, desde o século passado no território NF. Todas elas são atividades que demandam extensões territoriais, justificando os 56% de áreas antrópicas agrícolas identificadas na classificação supervisionada da imagem e a alta fragmentação florestal no NF.

Algumas das adversidades enfrentadas ao longo desse projeto foram em relação a quantidade de dados que a imagem continha, de modo que, o tempo gasto para as etapas de geoprocessamento foi maior do que o previsto e acabaram por exigir instrumentos (computadores) com melhor desempenho.

No que concerne aos fragmentos florestais em si, foram quantificados 31% em toda extensão territorial do NF. No entanto, 48% destes são menores que 1 hectare, o que foi ao encontro dos outros dados apresentados indicando um território fortemente fragmentado no NF. Apesar disso, destaca-se que pode ter ocorrido confusão espectral dos alvos entre os fragmentos florestais e outras classes, principalmente com a classe de áreas antrópicas agrícola.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, R.G.B., MARQUES, V.S., PINHEIRO, F.M.A. & FERRAUDO, A.S. **Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais.** Revista Brasileira de Meteorologia 23(4): 2008. p. 501-509.

ANTUNES, A. F. B., LINGNAU, C. **Uso de índices de acurácia para avaliação de mapas temáticos obtidos por meio de classificação digital.** In: III Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. CURITIBA, 1997. p. s/n.

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO NORTE FLUMINENSE. **Portal. 2019.** Disponível em: <<http://atlasnf.uff.br/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2019.

AZEVEDO, H.J.; SILVA NETO, R.; CARVALHO, A.M.; VIANA, J.L.; MANSUR, A.F.U. **Uma análise da cadeia produtiva de cana-de-açúcar na região Norte Fluminense.** Campos dos Goytacazes: Observatório Sócio-Econômico da Região Norte Fluminense, 2002. Boletim Técnico N° 6.

BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A.S. **A Fauna ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro.** [Rio de Janeiro]: Editora UERJ, 2000a. 166p.

_____. 2000b. **O Status atual da fauna do estado do Rio de Janeiro: Considerações finais.** In: BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D.; SLUYS, M. V.; ALVES, M.A.S. (orgs) 2000. A Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro. [Rio de Janeiro]: Editora UERJ, 2000. p. 115-119.

BRASIL, **Decreto-lei n° 6.660**, 21 de novembro de 2008. Diário Oficial da União; Seção 1; Brasília - DF, 2008.

CENSO AGROPECUÁRIO 2006. In: IBGE. **Sidra**: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=861&z=p&o=2&i=P>>. Acesso em: 15 de junho de 2020.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011a. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010universo.asp?o=5&i=P>>. Acesso em: 15 de junho de 2020.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010: resultados preliminares do universo. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011b. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010rpu.asp?o=4&i=P>>. Acesso em: 15 de junho de 2020.

CONGALTON, R. G. **A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data**. [S. I.]. Remote Sens. Environ, 1991. v. 37(1), p. 35-46.

CONSTANTINO, R. *et. al.* **Causas da fragmentação**: causas naturais. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003.

DEAN, W. **A ferro e fogo**: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira. Rio de Janeiro: Companhia das Letras. 1997. 484 p.

FERNANDEZ, E. *et. al.* Parte I. **O contexto do Plano de Ação Nacional no Estado do Rio de Janeiro**. In: POUGY, Nina *et. al.* Plano de Ação Nacional para Conservação da Flora Endêmica Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro. 2018.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período de 1995 a 2000**. Relatório final. São Paulo, 2002.

_____. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2011-2012**. Relatório Técnico. São Paulo, 2013.

_____. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2016-2017**. Relatório Técnico. São Paulo, 2018.

_____. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2017-2018**. Relatório Técnico. São Paulo, 2019.

GDAL-*SOFTWARE-SUITE*. **Geospatial data abstraction library**. <http://www.gdal.org>, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de uso da terra**. 3a ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE – Cidades**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 de agosto de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**: síntese de indicadores 2015. Rio de Janeiro, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Catálogo de Imagens - Landsat-8**. In: Divisão de Processamento de Imagem. 2018.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. Ciudad de México: Fondo de Cultura Econômica. 1948.

KURTZ, B. C. **Composição florística e estrutura do estrato arbóreo de um trecho de Mata Atlântica situado na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, município de Cachoeira de Macacu, Rio de Janeiro**. 1995. Dissertação (Mestrado) –Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

L3HARRIS GEOSPATIAL. **Additional data analyses were done using ENVI version 5.1**. Colorado: Exelis Visual Information Solutions, 2019.

LANDIS, JR.; ROCK, GG. **The measurement of observer agreement for categorical data**. Biometrics. 1977.

LUMBRERAS, J.F.; CARVALHO FILHO, A.; MOTTA, P.E.F.; PALMIERI, F; CALDERANO, S.B.; BARUQUI, A.M.; PEREIRA, N.R. & NAIME, U.J. **Macropedoambientes da região Noroeste Fluminense**: uma contribuição ao planejamento ambiental. Embrapa Solos /Documentos: 64. 2004. 21p.

MANNE, Lisa L.; BROOKS, Thomas M.; PIMM, Stuart L. **Relative risk of extinction of passerine birds on continents and islands**. Nature, v. 399, n. 6733, p. 258, 1999.

MENDONÇA, J. C.; FREITAS, R. M. DE; AGUIAR, D. A.; SOUSA, E. F. DE; MUNIZ, R. A.; ESTEVE, B. S. **Mapeamento das áreas de Cana-de-Açúcar na Região Norte Fluminense - RJ por uso de Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Jaboticabal: Rev. Eng. Agric., 2011. v.31, n.3, p.561-571, maio/jun. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162011000300016>. Acesso em: 02 de dezembro de 2019.

METZGER, Jean Paul. **Estrutura da paisagem**: o uso adequado de métricas. In: Cullen Jr.; L., Rudran, R. & Valladares-Pádua, C. (eds). Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre. Editora da UFPR, Curitiba, Brasil, p. 667, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001423926>>. Acesso em: 20 de outubro de 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) /SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS (SBF). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto Estadual de Florestas, MG, 2000. 40p.

NEY, V. S. P. **Atividades agrícolas e não agrícolas no meio rural do estado do Rio de Janeiro**. 2010. 127 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ, 2010. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=178522>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N.; TERRA, D. C. T. **Reestruturação Econômica e Produtiva dos Municípios da Zona de Produção Principal da Bacia Petrolífera de Campos**. Taubaté – SP: Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional (G&DR), 2018. v. 14, n. 1, p. 242-270. Disponível em: <<https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/3491/648>>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

- OLIVEIRA, R. R. (Org.). **As marcas do homem na floresta: História Ambiental de um trecho de Mata Atlântica.** Rio de Janeiro: PUC - Rio, 2005. 232 p.
- PIELKE, R. A.; LEE, T. L.; COPELAND, J. H.; EASTMAN, J. L.; ZIEGLER, C. L., FINLEY, C. A. **Use of USGS-provided data to improve weather and climate simulations.** *Ecological Applications*, v.7, n.1, p. 3-21, 1997.
- ROCHA, C. F. D., SLUYS, M. V., ALVES, M. A. S. e BERGALLO, H. G. **Corredores de conservação e sua importância em propostas de reflorestamento no estado do Rio de Janeiro.** In: Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro índice de Qualidade dos municípios-verde (IQM-verde). CD-ROM. 2000.
- ROCHA, C.F.D. *et. al.* **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica.** São Carlos: Rima Editora, 2003.
- SCHNEIDER, R. R. **Government and the economy on the Amazon frontier.** World Bank Environmental Paper, n.11, 1995. p. 1-65.
- SCUSSEL, C. **Fragmentação de habitat em floresta ombrófila densa no sul do Brasil: uma análise baseada em métricas da paisagem.** 2018. 65 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2018. Disponível em: < <http://repositorio.unesc.net/handle/1/5851>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.
- SOUZA, R. P. **O Desenvolvimento Rural no Estado do Rio de Janeiro a partir de Uma Análise Multidimensional.** Brasília: Rev. Econ. Sociol. Rural, 2019. vol.57 n°1. jan. /mar. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032019000100109>. Acesso em: 25 de junho de 2020.
- STEFFEN, W. *et. al.* **Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure.** 2ed. Germany: Spring Verlag, Heidelberg, 2005.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature*, Vol. 403, 2000. p. 853- 858.
- SILVA, R. D. da. **Rio de Janeiro: Crescimento, Transformações e sua importância para a Economia Nacional (1930-2000).** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/IE, 2004.
- CÂMARA, G., MEDEIROS, J. S. de. **GIS para Meio Ambiente.** Tutorial. São Paulo: Sagres. 1997. 139 p.
- CRUZ, J.L.V. **Origem, natureza e persistência das desigualdades sociais no Norte Fluminense.** In: CARVALHO, A.M.; TOTTI, M.E.F. (Orgs.). *Formação histórica e econômica do Norte Fluminense.* Rio de Janeiro: Garamond, 2006.
- CINTRA, D. P. **Modelagem do conhecimento aplicada a análise da vegetação na bacia do rio Cuiabá, Petrópolis, RJ.** Tese (Doutorado), PPGG/UFRJ. Rio de Janeiro. 2015. 183f.

CAPÍTULO II

**ECOLOGIA DA PAISAGEM NO NORTE FLUMINENSE: ANÁLISE ESPACIAL
DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NO ANO DE 2018**

**LANDSCAPE ECOLOGY IN NORTH FLUMINESE: SPATIAL ANALYSIS OF
FOREST FRAGMENTS IN THE YEAR OF 2018** Erro! Indicador não definido.

**ECOLOGÍA DEL PAISAJE EN FLUMINES DEL NORTE: ANÁLISIS ESPACIAL DE
FRAGMENTOS FORESTALES EN 2018** Erro! Indicador não definido.

RESUMO

O uso descoordenado da terra no bioma Mata Atlântica ao longo do tempo resultou na fragmentação da paisagem e, conseqüentemente na perda da biodiversidade. A presente pesquisa propôs analisar a distribuição espacial da fragmentação florestal existente no norte do Estado do Rio de Janeiro (ERJ) no ano de 2018; identificar, quantificar e mapear os fragmentos florestais presentes na área estudada no ano supracitado; e caracterizar os fragmentos florestais na paisagem do Norte Fluminense (NF) com base em métricas da paisagem. Como resultado do cálculo das métricas da paisagem, observou-se que 30% dos fragmentos florestais do ERJ encontram-se na mesorregião NF. Através da métrica *Euclidean Nearest Neighbor Distance Mean* (ENN_MN) observou-se que os fragmentos estão distantes em média 180 metros uns dos outros, podendo ser classificados com alto grau de isolamento, o que dificulta o fluxo de fauna e flora entre os fragmentos. O resultado do conjunto de métricas da paisagem aplicadas indicaram alta fragmentação florestal no Norte Fluminense.

PALAVRAS-CHAVE: Bioma Mata Atlântica. Fragmentação Florestal. Métricas da Paisagem.

ABSTRACT

The uncoordinated use of land in the biome Mata Atlântica, over time, has resulted in landscape fragmentation and, consequently, loss of biodiversity. This present research intended to analyze the special distribution of the forestall fragmentations in the north of Rio de Janeiro State (RJS) in 2018; to analyze, to quantify and to map the forestall fragments in this area in the referred year; and to characterize the forestall fragments in the Norte Fluminense landscape, based in the landscapes metrics. From the results of landscapes metrics calculation, it was observed that 30% of forestall fragments of RJS are in the mesoregion NF. Using the *Euclidean Nearest Neighbor Distance Mean* (ENN_MN) metric, it was observed that the fragments are distant from each other; this distance is, approximately, 180 meters. This distance may be classified as a high level of insulation, what makes the transitions of fauna and flora between the fragments difficult. The result of the bunch of landscapes metrics applied indicated high levels of forestall fragmentation in the Norte Fluminense region.

KEYWORDS: Mata Atlântica Biome. Forestall Fragmentation. Landscapes Metrics.

RESUMÉN

El uso descoordinado del suelo en el bioma Bosque Atlántico a lo largo del tiempo ha provocado la fragmentación del paisaje y, en consecuencia, la pérdida de biodiversidad. Esta investigación

tuvo como objetivo analizar la dinámica espacial de los fragmentos de bosque existentes en el norte del Estado de Río de Janeiro (ERJ) en 2018; identificar, cuantificar y mapear los fragmentos de bosque presentes en el área estudiada en el año mencionado; y caracterizar la estructura del paisaje del Norte Fluminense (NF) con base en métricas de paisaje. Como resultado, se observó que 29,96% de los restos de bosque del ERJ están en la mesorregión NF. En definitiva, la investigación espacial de la dinámica de remanentes forestales sirvió para consolidar la hipótesis de alta fragmentación forestal en el norte de Río de Janeiro.

PALABRAS CLAVE: Bosque Atlántico. Fragmentación forestal. Métricas de paisaje. Fragstats.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica situado predominantemente nos estados da faixa litorânea do Brasil, é constituído por um mosaico de formações vegetais, sendo que o NF abarca os seguintes ecossistemas vegetais nativos: florestas ombrófilas densas, abertas e mistas, florestas estacionais decíduais e semidecíduais, campos de altitude, manguezais e restingas (SOFFIATI, 2005).

Os fragmentos florestais do estado do Rio de Janeiro (ERJ) não estão distribuídos uniformemente no território, mas cobrem principalmente regiões montanhosas, sendo reduzidos nas áreas de baixada. A destruição cada vez mais acentuada de habitats naturais é considerada a principal causa de extinção de espécies para diferentes grupos animais e vegetais (PIMM & RAVEN, 2000), tendo portanto, uma floresta altamente fragmentada, com perda de serviços ambientais, como regulação dos mananciais hídricos; retenção de solo e sua fertilidade; fornecimento de recursos florestais diversos, como madeira, alimentos e medicamentos; melhoria das condições climáticas, em nível local e regional, por influenciar o ciclo hidrológico (PIELKE *et. al.*, 1997) e, global, estocando também carbono em sua biomassa (SCHNEIDER, 1995); além do grande risco de extinção de espécies.

De antemão, cabe mencionar que Ricklefs (2001) colocou que a extinção suscita preocupação dos conservacionistas uma vez que “ela representa o desaparecimento de linhagens evolutivas que nunca mais poderão ser recuperadas”. O mesmo discorreu ainda que apesar da extinção ser algo natural, sua taxa atual não, e que conforme ocorrem as mudanças nos ecossistemas algumas espécies desaparecem e dão espaço a outras, à medida em que os humanos têm causado extinções pelos mais variados meios. (RICKLEFS, 2001).

Inicialmente, os estudos sobre a estrutura, distribuição e evolução temporal dos remanescentes eram inteiramente baseados em extensivos trabalhos de campo. Entretanto, com o avanço tecnológico começaram a ser utilizadas fotografias aéreas e imagens de satélite, que permitem uma avaliação mais rápida, proporcionando uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (em diferentes datas) de extensas áreas da superfície terrestre (CEPRANI *et al.*, 2001; FLORENZANO, 2002). Neste sentido, destaca-se a importância das geotecnologias no monitoramento e avaliação destes fragmentos florestais. Pode-se ressaltar a utilização das imagens no monitoramento e mapeamento de ambientes florestais para avaliar a cobertura e dinâmica da floresta, além da detecção de alterações ambientais causadas por fatores naturais ou de origem antrópica (ÇEVİK e TOPAL, 2003; FERNANDES *et al.*, 2004; CHACÓN *et al.*,

2006; CINTRA, 2007, CINTRA *et al.*, 2009; CINTRA, 2015; MARCELINO *et al.*, 2009). Segundo Fernandez *et al.* (2018) apesar dos avanços tecnológicos são necessárias novas iniciativas para o aprimorar o conhecimento sobre a cobertura vegetal do ERJ.

Assim, para efeito deste trabalho, vale ressaltar que por fragmentação entende-se o processo que introduz modificações na paisagem atingindo a história evolutiva de populações naturais e afetando a estrutura e a dinâmica de ecossistemas. Por meio da investigação da estrutura da paisagem pode-se monitorar as mudanças e obter uma estimativa da evolução do seu padrão (LANG & BLASCHKE, 2009), onde os limiares dos fragmentos são descontínuos em seus estados característicos. Cabe igual menção o que Metzger (2001) caracteriza como fragmento: “uma mancha originada por fragmentação, *i.e.*, por subdivisão, promovida pelo homem, de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua, como uma matriz” (METZGER, 2001).

Bem como, a Ecologia da Paisagem “busca entender a influência da heterogeneidade espacial do meio em processos ecológicos, enfatizando as ações do homem sobre o meio, ou o contexto espacial sobre as populações” (PIVELLO & METZGER, 2007).

A fragmentação é um processo que ocorre naturalmente, entretanto, a ação humana tem intensificado a vulnerabilidade dos ecossistemas. Nessa perspectiva, Metzger (2003) discutiu como o processo de fragmentação age reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações, dando origem assim a extinções determinísticas¹ e estocásticas². Garcia & Francisco (2013) explanaram como a fragmentação gera problemas relacionados à perda de biodiversidade, causada justamente pela criação de habitats debilitados para um determinado número de espécies.

A cargo teórico, elucida-se as duas abordagens desta área de conhecimento: a abordagem geográfica que integra as ciências sociais (geografia humana e sociologia), geofísicas (geografia física, geologia, geomorfologia) e biológicas (ecologia, fitossociologia, biogeografia) visando à compreensão da paisagem global e o ordenamento territorial; e a abordagem ecológica que enfatiza as paisagens ou unidades naturais aplicando conceitos da

¹ Determinístico se caracteriza como algo relacionado à um raciocínio geométrico e prático, a crença em uma verdade absoluta, o que significava que para tudo no universo havia uma verdade ou razão de existir. (ZANON, 2016).

² Um processo estocástico, de maneira geral, pode ser definido como um conjunto ou uma coleção de variáveis aleatórias definido em um espaço probabilístico comum, diz respeito a algo provável de ocorrer. (ZANON, 2016).

Ecologia de Paisagem para a conservação da diversidade biológica e o manejo de recursos naturais, não enfatizando obrigatoriamente macroescalas, além de utilizar ferramentas de geotecnologias (METZGER, 2001). Há duas abordagens porque compreendem-se a paisagem sob óticas distintas.

Todavia, neste estudo cabe destacar que se corrobora com Ab'Sáber (2003, p. 9) ao dizer que,

Todos os que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza – mais cedo ou mais tarde, por um caminho ou por outro caminho – atingem a ideia de que a paisagem é sempre uma herança. Na verdade, ela é uma herança em todo o sentido da palavra: herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades. (AB'SÁBER, 2003, p. 9).

E no que diz respeito à Ecologia da Paisagem em sua abordagem geográfica, como sustentada por Metzger (2001, p. 3), onde o mesmo discorre que esta área científica

Lida obrigatoriamente com escalas espaciais (e, por conseguinte, temporais) amplas, podendo ter vários quilômetros quadrados [...]. O conjunto interativo da paisagem é então composto por “ecossistemas” ou por unidades de “cobertura” ou de “uso e ocupação do território”, sendo que a escolha de umas dessas três formas de representar as unidades da paisagem é feita (arbitrariamente) pelo observador. (METZGER, 2001, p. 3).

Neste íterim, o conhecimento da paisagem e seus componentes se fazem necessários para o planejamento e gestão do uso e cobertura das terras visando o uso sustentável dos recursos naturais (PEIXOTO et al., 2012). Neste sentido, o mapeamento e monitoramento do bioma Mata Atlântica se tornam de suma importância para que os órgãos governamentais ou não governamentais possam acompanhar e fiscalizar a utilização do extenso terreno o qual esse bioma ocupa no Brasil, levando em consideração Áreas de Preservação Permanente, Unidades de Conservação, Áreas de Preservação Ambiental, dentre outros. Desta forma, será possível salvaguardar espécies e preservar as condições adequadas de moradia e uso da terra para as populações humanas, monitorando áreas de desmatamento, utilização inadequada da Terra e áreas de riscos, inapropriadas para moradia, por exemplo.

É oportuno frisar, sobretudo, que o ERJ que apresentava um decréscimo considerável no nível de desmatamento, saindo de uma área, em hectares, de 30.579, no período compreendido entre os anos 1985 e 1990, para 141, entre 2010 e 2015 (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2018). Entretanto, foi demonstrado em informações mais recentes que no período de 2017-2018-2019 ocorreu um aumento na área desmatada, atingindo atualmente a marca de 19,6% de área florestada apenas (FUNDAÇÃO SOS MATA

ATLÂNTICA/INPE, 2020). Por isso, torna-se ainda mais necessário avaliar as condições dos fragmentos florestais, em relação ao grau de fragmentação e a estrutura da paisagem, tendo em vista a manutenção da biodiversidade e possível expansão dos mesmos. Verifica-se ainda, a distribuição espacial desta vegetação e seu grau de conectividade com outros fragmentos para que haja a compreensão da vulnerabilidade dos mesmos.

Nesse sentido, a presente pesquisa se propôs a analisar um retrato espacial dos fragmentos florestais do bioma Mata Atlântica existentes no norte do Estado do Rio de Janeiro no ano de 2018; identificar, quantificar e mapear os fragmentos florestais presentes na área estudada no ano em questão; e caracterizar a paisagem do Norte Fluminense (NF) com base em métricas da paisagem. Contribuindo do mesmo modo, para a produção científica de dados ecológicos e geográficos da área de estudo. Uma vez que, como assevera Metzger (2003) a Ecologia da Paisagem lida com padrões espaciais e processos ecológicos relacionados, portanto, torna-se imprescindível a quantificação precisa dos padrões espaciais. Para alcançar tais intentos utilizou-se os *softwares* QGIS (3.4), ENVI (versão 5.1) e Fragstats (versão 4.1).

2. METODOLOGIA

No site da Divisão de Processamento de Imagem (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foi realizado a escolha e o download da imagem do sensor OLI a bordo do satélite Landsat-8 de resolução espacial multiespectral de 30 metros com órbita-ponto 216-075 e data de 08 de julho de 2018 para a extração das informações espaciais. A metodologia adota pode ser visualizada no fluxograma abaixo (figura 8).

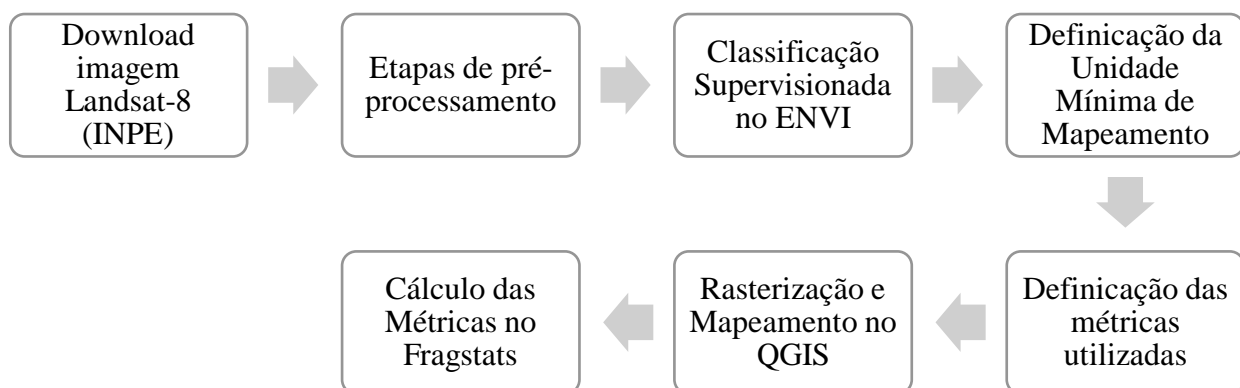


Figura 8. Fluxograma com a metodologia adotada no capítulo II.

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

No *software* de classificação ENVI sucedeu-se as etapas de pré-processamento e processamento digital da imagem, por meio de classificação supervisionada, assim como descrito na metodologia do capítulo I deste estudo.

No que concerne a Unidade Mínima de Mapeamento (UMM), destaca-se que ao longo do projeto foi possível observar que o método de sugerido no Manual Técnico do IBGE (2013) não contemplaria de forma eficaz os objetivos específicos do trabalho. Apesar de concordar que áreas menores de habitat estabelecem conexões importantes entre os fragmentos, para diversos tipos de espécies, este estudo não almejava esse tipo de análise, sendo assim, para o cálculo das métricas da paisagem teve-se como referência o Atlas dos Remanescentes de Mata Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2019). O projeto do Atlas dos Remanescentes adota como UMM áreas iguais e/ou maiores que 3 hectares. Isto é, para gerar as métricas da paisagem no Fragstats foram desconsiderados fragmentos florestais menores que 3 hectares (ha).

Metzger (2003) ao discorrer que existem diversas métricas disponíveis para quantificação da paisagem elucidou que muitas delas medem a mesma coisa só que de forma diferente, o que acabou por esclarecer que as onze métricas propostas inicialmente neste projeto não se faziam importantes, por isso, optou-se pelas sete descritas abaixo (tabela 9). E que “isso significa que não é necessária uma infinidade de métricas. Basta um número reduzido de métricas independentes, escolhidas em função do objetivo do estudo, para uma quantificação adequada da paisagem.” (METZGER, 2003, p. 450).

MÉTRICAS	NÍVEL DE ANÁLISE	CATEGORIA	UNIDADE DE MEDIDA
<i>Class Area</i> (CA)	Classe		Hectare
<i>Patch Density</i> (PD)	Classe/paisagem	Composição	Índice
<i>Largest Patch Index</i> (LPI)	Classe/paisagem	Disposição	Porcentagem
<i>Number of Patches</i> (NP)	Classe/paisagem		Adimensional
<i>Total Core Area</i> (TCA)	Classe/paisagem		Hectare
<i>Core Area Mean</i> (CORE_MN)	Classe/paisagem		Hectare
<i>Euclidean Nearest Neighbor</i> <i>Distance Mean</i> (ENN_MN)	Classe/paisagem		Metros

Tabela 9. Identificação das métricas utilizadas para análise da paisagem a partir do arquivo matricial Fragmentos Florestais do NF no ano de 2018.

Fonte: Adaptado de McGarigal & Marks (1995) e Metzger (2003).

A metodologia de análise para extração das métricas foi baseada nas categorias de composição e de disposição dos elementos constituintes da paisagem (METZGER, 2003; SCUSSEL, 2018), em nível de classe e paisagem. Em síntese e corroborando com Volotão (1998) e Silva & Silva (2011) algumas das métricas da paisagem disponibilizadas no *software* Fragstats foram descritas a seguir para compreender como se deu o cálculo de cada uma delas.

Class Area (CA): Área total da classe obtida pela soma de todos os fragmentos da mesma classe.

Patch Density (PD): Número de fragmentos de toda a classe em 100 hectares de paisagem, ou seja, o índice de densidade de cada classe

Largest Patch Index (LPI): Índice que calcula a porcentagem da paisagem ocupada pelo maior fragmento em relação à área total.

Number of Patches (NP): Número de fragmentos existentes na classe.

Total Core Area (TCA): Número de áreas-núcleo (áreas-centrais) de cada classe correspondente.

Core Area Mean (CORE_MN): Média das áreas-núcleo da classe de interesse.

Euclidean Nearest Neighbor Distance Mean (ENN_MN): Calculada a partir da distância euclidiana média de borda-a-borda entre duas manchas (vizinha mais próxima).

No que diz respeito às métricas de áreas-núcleo (*core-area*) da categoria disposição levou-se em consideração 35 metros de borda, posto que Rodrigues (1998) entendeu que esse valor corresponde a área de influência do efeito de borda no fragmento. A atuação da iluminação solar a uma distância do limite do fragmento influi nas características de vegetação, como umidade, composição e diversidade de espécies.

Como o interesse deste estudo era somente os fragmentos florestais => 3ha, extraiu-se do arquivo *shapefile* oriundo da classificação supervisionada no ENVI apenas as áreas florestais. Para isso, importou-se para o QGIS onde foram feitas as etapas de seleção dos fragmentos => 3ha e a rasterização (conversão de arquivo vetorial em matricial - GeoTIFF) dos mesmos. A partir daí, foi-se para o *software* Fragstats.

O passo seguinte foi quantificar os fragmentos da paisagem através das métricas de paisagem integradas ao Fragstats. Este programa de computador foi projetado para calcular uma ampla variedade de métricas de paisagem para padrões de mapas categóricos e foi desenvolvido pelo Dr. Kevin McGarigal e Barbara Marks da Oregon State University (MCGARIGAL & MARKS, 1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A mudança na estrutura e conseqüentemente alteração na composição e disposição da paisagem produzem efeitos negativos, especialmente, para espécies que necessitam de habitat com extensas áreas ou que demandam de uma forte conectividade funcional entre as porções de habitat. (SCUSSEL, 2018; STEFFEN et. al., 2005).

Fez-se necessário a adoção do parâmetro ≥ 3 ha, pois apesar dos fragmentos maiores que 3ha possuírem o número de fragmentos superior a 21 mil, em se tratando de área ocupada, integravam apenas 7% da área total do NF, como observado na tabela 10 e especializado na figura 9.

Distribuição em hectares (ha)	Nº Fragmentos Florestais	Área Ocupada em hectares	Área Ocupada em %
<3ha	21096	20.322	7%
≥ 3 ha	6950	274.777	93%
TOTAL	28046	295.167,78	100%

Tabela 10. Distribuição em menor e igual ou maior que 3ha dos fragmentos florestais de Mata Atlântica no Norte Fluminense em 2018.

Fonte: Autora, 2020.

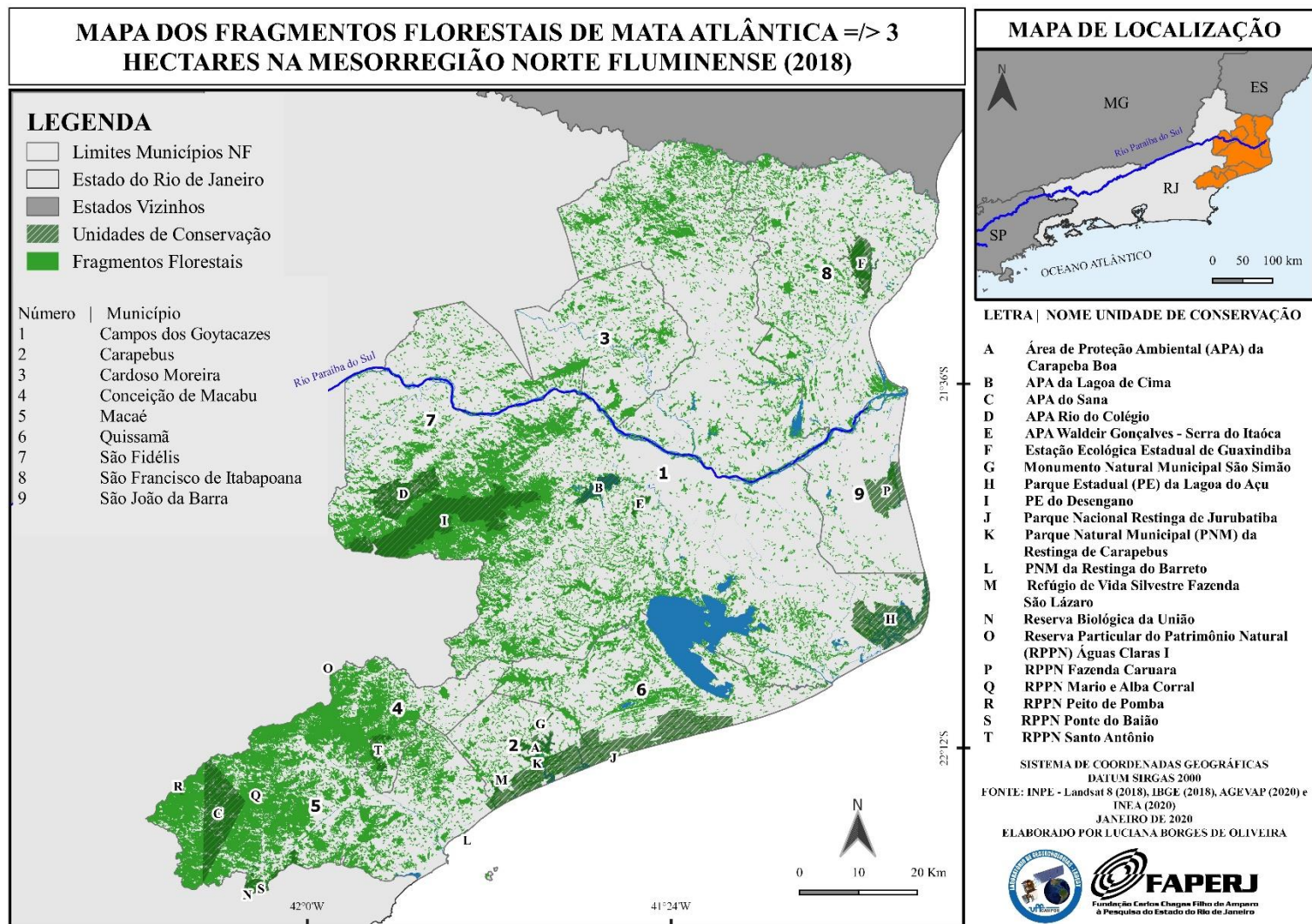


Figura 9. Mapa dos fragmentos florestais de Mata Atlântica => 3 hectares no Norte Fluminense em 2018.

Fonte: Autora, 2020.

As métricas da paisagem utilizadas nesse trabalho já foram as descritas na tabela 9, e os resultados gerados no Fragstats estão expostos na tabela 11.

MÉTRICAS	UNIDADE	RESULTADOS
<i>Class Area</i> (CA)	Hectare	274.777,56
<i>Patch Density</i> (PD)	Índice	2,48
<i>Largest Patch Index</i> (LPI)	Porcentagem	23,56
<i>Number of Patches</i> (NP)	Adimensional	6.817
<i>Total Core Area</i> (TCA)	Hectare	208.420,20
<i>Core Area Mean</i> (CORE_MN)	Hectare	30,57
<i>Euclidean Nearest Neighbor Distance Mean</i> (ENN_MN)	Metros	180,14

Tabela 11. Valores das métricas da paisagem para fragmentos florestais => 3ha.

Fonte: Autora, 2020.

Os resultados das métricas indicaram que a área florestal corresponde a 274.777,56 ha (CA) distribuídos em 6.817 manchas (NP). Ao comparar com o total de fragmentos de tamanho => 3ha disposto anteriormente (tabela 10), percebeu-se que 133 fragmentos não foram quantificadas no Fragstats. Supôs-se que a perda destes fragmentos se deu no processo de rasterização (conversão de shapefile para matricial) fazendo com que 133 fragmentos não fossem atribuídos ao arquivo e que não fossem quantificados. A área florestal quantificada no Fragstats (274.777ha) corresponde à 28,24% da área total do NF.

Em um segundo momento contrapõe-se os 28% a porcentagem de 30% correspondente à mesma classe apresentada no capítulo I (figura 3). No entanto, atenção deve ser dada ao fato de que foram desconsideradas para quantificação no Fragstats, ou seja, no capítulo II, os fragmentos menores que 3ha, ao contrário do capítulo I. Portanto, a divergência dessas porcentagens atrela-se a mudança na metodologia utilizada entre o mapeamento do uso e cobertura da Terra e o cálculo das métricas da paisagem.

No que compete ao tamanho dos fragmentos, Scussel (2018) discutiu que paisagens que possuem fragmentos de maiores áreas tendem a se manter mais conservados e com menor influência em sua área núcleo (core-area).

Por isso, a média de área-núcleo (CORE_MN) foi 30,57 ha em um total de área-núcleo (TCA) de 208.420,20 ha. Ao comparar a CORE_MN ao total de área-núcleo (TCA) percebeu-

se um valor reduzido de área-núcleo, evidenciando que no geral, os fragmentos apresentavam tamanhos pequenos.

Entretanto, *patch density* (PD) foi 2,48 denotando que a paisagem possui muitos fragmentos de pequenas áreas territoriais, caracterizou-se que o percentual de manchas de mesma classe por cada 100 ha da paisagem era alto quando comparado com o parâmetro 1. O que corrobora com o que vem sendo exposto da forte fragmentação florestal no NF.

A métrica *Largest Patch Index* (LPI) calcula a porcentagem de área ocupada pelo maior fragmento na classe área florestal, teve como resultado 23,56%. Quase um quarto da área total, o que marca a lógica da alta fragmentação florestal da mesorregião NF.

Cabe mencionar que a paisagem do NF possui um Parque Estadual com grande área preservada e imponente na paisagem, o que pôde acabar tendenciado essa métrica a esse valor. E que possui outras Unidades de Conservação (UCs) como pôde ser observado na figura 9, capítulo I. O Parque Estadual do Desengano (PED) que está localizado em três municípios (Santa Maria Madalena, Conceição de Macabu e Campos dos Goytacazes), sendo que os dois últimos pertencem à área de análise. Além do PED o NF conta com outras 20 UCs distribuídas em seu território.

Apesar da área geográfica de estudo de Scussel (2018) ser inferior à do trabalho aqui apresentado, quando comparado os resultados percebeu-se uma semelhança na quantidade (dentro de suas proporções) do habitat efetivo disponível para as espécies. Ambos os trabalhos apresentaram valores reduzidos de área-núcleo (CORE_MN). Scussel (2018) afirmou que estudos realizados no Bioma Mata Atlântica demonstraram que os fragmentos florestais menores sofrem mais intensamente as consequências da fragmentação, tanto pelo efeito de borda quanto pelos efeitos do isolamento que podem acarretar a extinção de espécies.

Diante disso, a métrica ENN_MN com valor de 180,14 metros (m) traduziu que a distância mais próxima entre duas manchas era de 180 metros. Almeida (2008) classificou como isolamento de grau alto. O autor propôs que a distância entre duas bordas de 60 m fosse tida como isolamento baixo, até 120 m, médio, até 200 m, como alto, e acima do valor anterior como muito alto. Entretanto, a atenção maior deve ser dada quando a análise for para estudos como o comportamento de espécies, tendo em vista que, “não há uma largura padrão para a detecção da ação das bordas, ou de forma” (SCUSSEL, 2018, p. 36).

Assim, mediante análise das métricas da paisagem, concordou-se com Metzger (2003, p. 449) ao discorrer que em longo prazo os fragmentos pequenos só se manterão caso haja uma

fonte estável por perto, uma vez que o isolamento “age negativamente na riqueza de espécies ao diminuir a taxa (ou potencial) de imigração (ou de recolonização)”.

Nessa perspectiva, dos 917.017 hectares de remanescentes florestais do bioma Mata Atlântica no ERJ mapeados pela SOS Mata Atlântica/INPE (2020), 274.777 hectares foram quantificados pelas métricas da paisagem neste estudo e encontram-se na mesorregião Norte Fluminense, indicando que 29,96% do total dos fragmentos florestais do ERJ estão distribuídos no Norte Fluminense.

4. CONCLUSÕES

Por fim, faz-se necessário afirmar que as métricas da paisagem foram instrumentos importantes para a análise espacial dos remanescentes florestais e indicativo para a alta fragmentação florestal do Norte Fluminense com fragmentos de pequenas áreas. Estando os fragmentos de maiores expressividades apenas nas UCs, como foi observado na métrica LPI com 23%.

Por fim, cabe mencionar que este trabalho quantificou toda resposta espectral referente à vegetação. Não foi feita a distinção entre vegetação nativa e vegetação plantada (como silvicultura), ao contrário do que o Atlas dos Remanescentes Florestais de Mata Atlântica que adota "um critério mais conservador, mapeando as áreas de vegetação que possuem menor interferência antrópica e maior capacidade de proteger parte da sua biodiversidade original" (SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2020). O Atlas apresentou 20,9% como área natural para todo o estado do Rio de Janeiro, no entanto, a análise feita neste projeto chegou ao quantitativo de 30%; isso indicou que ter incluído as vegetações não-originais pode ter sido significativo e contribuído para a distinção das porcentagens. Sem contar com as possíveis confusões espectrais entre as áreas antrópicas agrícolas e as áreas florestal, uma vez que na amostragem desta classe foram selecionadas tanto vegetação florestal quanto vegetação de restinga, por exemplo. Pretende-se aprofundar a investigação em trabalhos posteriores.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. 72 p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/teses_geografia2008/dssertacaocristinagalmeida.pdf>. Acesso em: 21 de novembro de 2019.

- CEPRANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. e BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE. 2001.
- CERQUEIRA, R; BRANT, A.; NASCIMENTO, M.T.; PARDINI, R. **Fragmentação**: alguns conceitos. In: Rambaldi, D.M.; Oliveira, D.A.S. (Org.). *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 2003, cap.01, p. 24-40.
- ÇEVIK, E. e TOPAL, T. **GIS-based landslide susceptibility mapping for a problematic segment of the natural gas pipeline, Hendek (Turkey)**. *Environmental Geology*, 44:949–962. 2003.
- CHACÓN, J.; IRIGARAY, C.; FERNÁNDEZ, T.; EL HAMDOUNI, R. **Engineering geology maps: landslides and geographical information systems**. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 65:341–411. 2006.
- CINTRA, D. P. **Classificação de estágios sucessionais florestais por meio de imagens de alta resolução (IKONOS) no Parque estadual da Pedra Branca, RJ**. 2007. 74 p. Dissertação (Mestrado) – PGCAF/UFRRJ. Rio de Janeiro. 2007. 74 p.
- CINTRA, D. P. **Modelagem do conhecimento aplicada a análise da vegetação na bacia do rio Cuiabá, Petrópolis, RJ**. 2015. 183 p. Tese (Doutorado) – PPGG/UFRJ. Rio de Janeiro. 2015. 183f.
- CINTRA, D. P., CARIS, E. A. P., COSTA, G., FEITOSA, R., REGO, L. F. G. **The PIMAR Project: Remote Environmental Monitoring Program in Urban Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil**. In: XII Encuentro de Geografos de America Latina. Montevideo, Uruguay, 2009.
- FERNANDES, N. F.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C.; MONTGOMERY, D.R.; GREENBERG, H. **Topographic Controls of Landslides in Rio de Janeiro**. *Field Evidences and Modeling*, 55: 163-181. 2004.
- FERNANDEZ, E. *et. al.* Parte I. **O contexto do Plano de Ação Nacional no Estado do Rio de Janeiro**. In: POUGY, Nina *et. al.* *Plano de Ação Nacional para Conservação da Flora Endêmica Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro*. 2018.
- FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficinas de Textos. 2002. 102 p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2011-2012**. Relatório Técnico. São Paulo, 2013.
- _____. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2016-2017**. Relatório Técnico. São Paulo, 2018.
- _____. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2017-2018**. Relatório Técnico. São Paulo, 2019.
- _____. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2018-2019**. Relatório Técnico. São Paulo, 2020.

GARCIA, M. L. T.; FRANCISCO, C. N. **Métricas da paisagem no estudo da vulnerabilidade da Mata Atlântica na região serrana fluminense – Nova Friburgo, RJ.** In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Paraná: INPE, 2013. Disponível em: < http://www.esensing.org/papers/paper_82.pdf>. Acesso em: 25 de outubro de 2018.

GDAL-*SOFTWARE-SUITE*. **Geospatial data abstraction library**. <http://www.gdal.org>, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de uso da terra**. 3a ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Catálogo de Imagens - Landsat-8**. In: Divisão de Processamento de Imagem. 2018.

L3HARRIS GEOSPATIAL. **Additional data analyses were done using ENVI version 5.1**. Colorado: Exelis Visual Information Solutions, 2019.

LANG, Stefan; BLASCHKE, Thomas. **Análise da paisagem com SIG**. Oficina de Textos, 2009.

MARCELINO, E. V.; FORMAGGIO, A. R.; MAEDA, E. E. **Landslide inventory using image fusion techniques in Brazil**. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 11, 181–191. 2009.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; ENE, E. FRAGSTATS v4: **Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps**. Amherst: Computer *software* program produced by the authors at the University of Massachusetts, 2012.

McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A.; NEEL, M.C.; ENE, E. **Fragstats**: spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html. Acessado em: outubro de 2018.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats**: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, USA: 1995. v. 351.

McGARIGAL, K.; MARKS, B.J. **Fragstats**: spatial pattern analysis program for quantifying Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagem?** Campinas: Biota Neotropica, 2001. v 1, n1/2. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt>>. Acesso em: 20 de outubro de 2018.

METZGER, Jean Paul. **Estrutura da paisagem**: o uso adequado de métricas. In: Cullen Jr.; L., Rudran, R. & Valladares-Pádua, C.(eds). Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre. Editora da UFPR, Curitiba, Brasil, p. 667, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001423926>>. Acesso em: 20 de outubro de 2018.

PEIXOTO, R. T. G. et al. **Uso da terra e dos recursos naturais relacionados à dinâmica da paisagem e indicadores para subsidiar o planejamento agroambiental em áreas de Mata Atlântica**: Resultados parciais preliminares da bacia do Guapi-Macacu. In: Embrapa Solos-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: ENCONTRO CIENTÍFICO DO PARQUE

ESTADUAL DOS TRÊS PICOS, 2, 2012, Cachoeiras de Macacu, RJ. Resumos. Rio de Janeiro: INEA, 2012.

PIMM, S. L.; RAVEN, P. **Biodiversity: extinction by numbers**. Nature, v. 403, n. 6772, p. 843, 2000.

PIVELLO, V. R.; METZGER, J. P. **Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005)**. Biota Neotropica, v.7 (n. 3), 2007.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5 ed. Editora: Guanabara Koogan. 2001.

RODRIGUES, E. **Efeito de bordas em fragmentos de floresta**. Cadernos da Biodiversidade, Curitiba, v. 1, n. 2. 1998.

SCUSSEL, C. **Fragmentação de habitat em floresta ombrófila densa no sul do Brasil: uma análise baseada em métricas da paisagem**. 2018. 65 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2018. Disponível em: < <http://repositorio.unesc.net/handle/1/5851>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

SILVA, V. C. L.; SILVA, R. M da. **Análise da cobertura vegetal em Lucena entre 1970/2005 usando Ecologia da Paisagem, SIG e Sensoriamento Remoto**. Uberlândia: Caminhos de Geografia, 2011. v. 12, n. 37, p. 8-20. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16304>>. Acesso em: 15 de março 2019.

SOFFIATI, A. **História das ações antrópicas sobre os ecossistemas vegetais nativos das regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro**. Perspectivas: v. 4 (7). 2005. p. 67-79.

ZANON, J. E. **Determinismo e Estocasticidade (Histórico e Ecologia)**. Research Gate. [S. l.]: 2016. Artigo Ed. 10.13140/RG.2.1.1756.5049. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303443620_Determinismo_e_Estocasticidade_Historico_e_Ecologia>. Acesso em: 25 de junho de 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho aqui apresentado, dividido em dois capítulos, foi fruto de um projeto de Iniciação Científica financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ entre março de 2019 e julho de 2020.

Uma das grandes dificuldades encontrados ao longo de todo o projeto foi em relação ao tamanho da área de estudo proposta, os desafios acerca da Ecologia da Paisagem e a dependência de computadores com maior capacidade nas etapas que envolviam o geoprocessamento.

Outro desafio surgido relaciona-se com o *software* Fragstats em si, que apesar de ser um software livre, tiveram momentos em que encontrar bibliografia recente com descrição mais detalhada das métricas foi um tanto quanto custoso. A maior parte da bibliografia encontrada acerca das métricas da paisagem utilizava um complemento denominado “*Patch Analyst*” do ArcGis que não é um programa de domínio público.



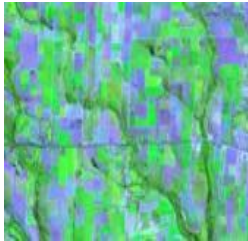

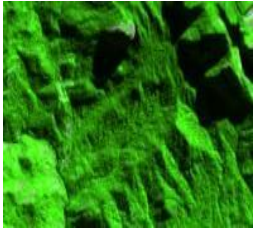
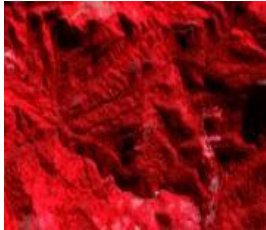


Outro ponto concernente à Ecologia de Paisagem e ao cálculo das métricas da paisagem foi que, por se tratar de um ramo recente da Ecologia, houveram momentos em que encontrar dados referentes às métricas de paisagem, principalmente para o recorte do Norte Fluminense até o ano de 2018 foi difícil. Por isso, este trabalho pode ser tido como inovador e de grande utilidade às informações referentes aos dados ecológicos da mesorregião Norte Fluminense.

Os resultados aqui expostos podem contribuir para políticas públicas e/ou ambientais, como por exemplo a criação de Áreas de Proteção Permanente, Área de Proteção Integral, Área de Uso Sustentável, Parques Nacionais ou até mesmo o desenvolvimento de atividades agrícolas que integrem o uso consciente da Terra e o desempenho econômico.

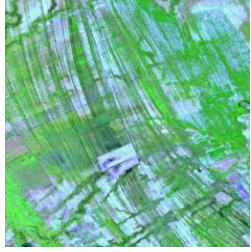
Além disso, a presença de uma enorme quantidade de fragmentos pequenos aponta que faz-se necessário a conservação do bioma Mata Atlântica e Unidades de Conservação é uma possibilidade. Bem como corredores ecológicos que poderia diminuir a vulnerabilidade das espécies (CERQUEIRA; NASCIMENTO; PARDINI, 2003).

No entanto, todos os objetivos propostos foram alcançados e muitas ideias surgiram a partir do presente estudo, sendo que estas pretendem ser investigadas posteriormente pela autora em eventos, projetos e/ou na pós-graduação.

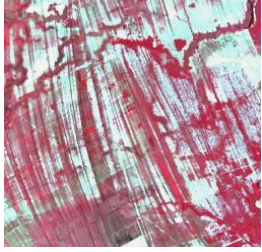
Apêndice 1. Chave de classificação utilizada para análise dos fragmentos florestais de Mata Atlântica no NF no ano de 2018.

Classe	Amostra FALSA COR	Descrição	Amostra INFRAVERMELHO	Descrição
Áreas Urbanizadas		Indícios de urbanização pela forma em que se encontra organizada a área em tom lilás.		Indícios de urbanização pela forma em que se encontra organizada a área em tom azul claro.
Áreas Antrópicas Agrícolas		Indícios de áreas com relevo mais aplainado, com marcas mais geometrizadas – tons que variam do tom rosa ao cinza-esverdeado.		Indícios de áreas com relevo mais aplainado, com marcas mais geometrizadas – tons que variam de cinza-esverdeado ao azul claro.
Área Florestal		Apresenta textura característica de áreas com vegetação – tom de verde mais escuro.		Apresenta textura característica de áreas com vegetação – tom vermelho mais escuro.
Água		Evidencia em azul (com variações de tons mais escuros as áreas mais profundas).		Evidencia em azul (com variações de tons mais escuros as áreas mais profundas) até um azul-esverdeado.

Outras Áreas



Apresenta áreas de solo exposto.



Apresenta áreas de solo exposto com destaque para o tom branco.