



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

ERIC BEM DOS SANTOS

**IMPACTOS DOS USOS RURAL E URBANO EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA**

Recife
2023

ERIC BEM DOS SANTOS

**IMPACTOS DOS USOS RURAL E URBANO EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. **Área de concentração:** Gestão e Políticas Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Milena Dutra da Silva

Recife

2023

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

S237i Santos, Eric Bem dos.
Impactos dos usos rural e urbano em fragmentos de Mata Atlântica. / Eric Bem dos Santos. – 2023.
98 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora : Prof^ª. Dr^ª. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel.
Coorientadora : Prof^ª. Dr^ª. Milena Dutra da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2023.
Inclui referências e apêndices.

1. Meio ambiente. 2. Florestas tropicais. 3. Florestas – Usos múltiplos. 4. Ecologia das paisagens. 5. Antropização. 6. Geoprocessamento. I. Pimentel, Rejane Magalhães de Mendonça (Orientadora). II. Silva, Milena Dutra da (Coorientadora). III. Título.

363.7 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2023-008)

ERIC BEM DOS SANTOS

**IMPACTOS DOS USOS RURAL E URBANO EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. **Área de concentração:** Gestão e Políticas Ambientais.

Aprovada em: 14/02/2023.

BANCA EXAMINADORA

PARTICIPACÃO POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof^a. Dr^a. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

PARTICIPACÃO POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof^a. Dr^a. Josiclêda Domiciano Galvício (Membro Titular Interno)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

PARTICIPACÃO POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof^a. Dr^a. Maria das Graças Santos das Chagas (Membro Titular Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

PARTICIPACÃO POR VIDEOCONFERÊNCIA

Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva (Membro Titular Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dedico esta dissertação à Mata Atlântica e toda sua exuberante flora e fauna.

AGRADECIMENTOS

Agradeço fundamentalmente a Deus pela proteção, pelas lições e pelos dons que me concedeu nesta existência e foram de grande importância na realização desta Dissertação.

Agradeço à minha orientadora, Prof. Dra. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel pela orientação da Dissertação e direcionamento correto nas questões profissionais e científicas. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel não é apenas um exemplo de grande profissional, mas é também um exemplo de pessoa honesta, dedicada e sobretudo apaixonada pelo que faz.

Agradeço também a minha coorientadora, Prof. Dra. Milena Dutra da Silva pelo apoio e especial atenção em todos os momentos necessários. O sucesso da Dissertação perpassa pela expertise de Milena Dutra da Silva.

Agradeço ao Laboratório de Fitomorfologia Funcional (LAFF) e o grupo de pesquisa Fitomorfologia Funcional e Relações Antrópicas (FITANTROP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, à seus professores e colaboradores.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Pernambuco, à seus professores e colaboradores. Assim como agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio material e financeiro no desenvolvimento da presente pesquisa.

Venho por meio desta agradecer às instituições que fazem parte de minha vida profissional e acadêmica: Instituto para Redução de Riscos e Desastres de Pernambuco (IRRD-PE) e Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (GEOSERE), na figura do Prof. Dr. Hernande Pereira da Silva; Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), na figura da Profa. Dra. Maria do Rosario de Fatima Andrade Leitão; e Instituto de Imunopatologia Keizo Asami (LIKA/UFPE), na figura do Prof. Dr. Jones Oliveira de Albuquerque.

Agradeço os meus pais, Davison Vera Cruz e Maria Elisangela Bem, à minha avó Nilceia Vera Cruz, à minha tia Edjane Bem, à minha irmã Maria Cecília Bem, ao meu amigo/irmão Mylton Pontes, e à minha amada companheira Eurídice Eurico.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer a todos os profissionais e colegas que, de alguma forma, ajudaram na construção dessa pesquisa, em especial ao colega Gilvan Serafim Filho pela parceria.

“Yoda - Try not. Do. Or do not. There is no try.” (LUCAS, 1980).

RESUMO

A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais ameaçados, com, aproximadamente, 72% da população brasileira vivendo em suas imediações, sendo dependente dele. Ao analisar espaços naturais, como os fragmentos, em um município de pequeno porte, pode-se identificar tensores ambientais e níveis de impacto ambiental negativo, subsidiando ações de mitigação/remediação e políticas públicas que promovam um desenvolvimento sustentável, com garantias à manutenção do meio ambiente. Deve-se considerar que municípios de pequeno porte são detentores de fragmentos de Mata Atlântica que, sem monitoramento e estudos sobre sua condição de fragilidade ambiental, podem ser suprimidos da paisagem, com grandes custos aos serviços ambientais e ecossistêmicos, com perdas na qualidade de vida e economia regional. O estudo objetivou diagnosticar a fragilidade de fragmentos de Mata Atlântica, em função de ações antrópicas. A partir de imagens de satélite (Landsat 5 e Landsat 8) foram determinadas e analisadas, em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), as métricas da paisagem: número de manchas, área, perímetro, índice de forma e área-núcleo e índices de vizinhança. Para a identificação do grau de fragilidade de fragmentos de Mata Atlântica, foram utilizados fundamentos da Ecologia da Paisagem, com dados trabalhados no software Qgis e em Linguagem R. Além do levantamento bibliográfico e mapas confeccionados, foram gerados dados que contribuem para uma avaliação e monitoramento de fragmentos da Mata Atlântica, sob a influência antrópica quanto aos usos rural e urbano. Os resultados contribuem para a modelagem ambiental dessa vegetação, parametrizando as formas de identificação e mensuração dos impactos ambientais, de forma espacial. Concluímos que a Ecologia da Paisagem, unida às técnicas, como o geoprocessamento e a estatística multivariada, é uma ferramenta indispensável na conservação Mata Atlântica frente às atividades antrópicas, possibilitando a indicação de criação de Unidades de Conservação e de áreas prioritárias para a criação de políticas fiscalizatórias, punitivas e educacionais, evitando, ou minimizando, a degradação nessas áreas e fomentando a recuperação/restauração.

Palavras-chave: antropização; ecologia da paisagem; floresta atlântica; geoprocessamento.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is considered one of the most threatened biomes, with approximately 72% of the Brazilian population living in its vicinity, being dependent on it. By analyzing natural spaces, such as fragments, in a small municipality, environmental tensioners and negative environmental impact levels can be identified, supporting mitigation/remediation actions and public policies that promote sustainable development, with guarantees for the maintenance of the environment. It should be considered that small municipalities have fragments of Atlantic Forest that, without monitoring and studies on their condition of environmental fragility, can be suppressed from the landscape, with high costs to environmental and ecosystem services, with losses in quality of life and regional economy. The study aimed to diagnose the fragility of Atlantic Forest fragments, due to anthropic actions. From satellite images (Landsat 5 and Landsat 8) the landscape metrics were determined and analyzed in a GIS (Geographic Information System) environment: number of spots, area, perimeter, shape index, and core area and neighborhood indexes. In addition to the degree of fragility of Atlantic Forest fragments, fundamentals of Landscape Ecology were used, with data worked on the Qgis software and In R language. In addition to the bibliographic survey and prepared maps, data were generated that contribute to an evaluation and monitoring of fragments of the Atlantic Forest, under the anthropic influence regarding rural and urban uses. The results contribute to the environmental modeling of this vegetation, parameterizing the ways of identifying and spatially measuring environmental impacts. It allows concluding that landscape ecology linked to techniques such as geoprocessing and multivariate statistics is an indispensable tool in the conservation of Atlantic Forest considering the anthropic activities, enabling the indication of the creation of Conservation Units and priority areas for the creation of supervisory, punitive and educational policies, avoiding, or minimizing, degradation in these areas and promoting recovery/restoration.

Keywords: anthropologization, landscape ecology, atlantic forest, geoprocessing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Vista em trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana (Mata do Estado) no município de São Vicente Férrer, PE.	23
Figura 2 –	A. Floresta Ombrófila de Terras Baixas; B. Floresta Ombrófila Montana; C. Plantação de banana (<i>Musa spp</i>).	24
Figura 3 –	Representantes da flora do município São Vicente Férrer, Pernambuco, nordeste do Brasil.	26
Figura 4 –	Cultivos de bananeiras no município São Vicente Férrer, Pernambuco.	31
Figura 5 –	Trecho de área urbana em São Vicente Férrer - PE / BR.	33
Figura 6 –	Linha do tempo da ecologia da paisagem.	38
Figura 7 –	Mapa de Localização de São Vicente Férrer em Pernambuco, Brasil.	45
Figura 8 –	Distribuição de espécies vegetais, a partir de dados de levantamentos florísticos realizados no município de São Vicente Férrer (PE), no período de 2000 a 2021	47
Figura 9 –	Mapa de Localização do Município de São Vicente Férrer em Pernambuco, Brasil.	51
Quadro 1 –	Fórmulas para cálculo das métricas da paisagem.	54
Figura 10 –	Composição gráfica da Estrutura da Paisagem.	55
Figura 11 –	Estrutura da paisagem em A.1984 e B.2021.	56
Figura 12 –	Fragmentos e Área em A.1984 e B.2021.	58
Figura 13 –	Borda em A.1984 e B.2021.	60
Figura 14 –	Núcleo em A.1984 e B.2021.	63
Figura 15 –	Índice de Proximidade em A.1984 e B.2021.	65
Figura 16 –	Mapa de Localização do Município de São Vicente Férrer em Pernambuco, Brasil.	69
Figura 17 –	Fluxograma da Metodologia Executada.	70
Figura 18 –	Análise de agrupamento em fragmentos de Mata Atlântica.	72
Figura 19 –	Imagem do satélite LANDSAT 5 (28 de julho de 1984)	98
Figura 20 –	Imagem do satélite LANDSAT 8 (23 de janeiro de 2021)	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Métricas da Paisagem (ÁREA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984.	86
Tabela 2 – Métricas da Paisagem (ÁREA NÚCLEO/BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984.	87
Tabela 3 – Métricas da Paisagem (BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984.	88
Tabela 4 – Métricas da Paisagem (FORMA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984.	90
Tabela 5 – Métricas da Paisagem (ÁREA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021.	92
Tabela 6 – Métricas da Paisagem (ÁREA NÚCLEO / BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021.	93
Tabela 7 – Métricas da Paisagem (BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021.	94
Tabela 8 – Métricas da Paisagem (FORMA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021.	96

LISTA DE SIGLAS

CA	Class Area (Área da Classe)
GIS	Geographic Information System (Sistema de Informação Geográfica)
MFRACT	Mean Fractal Dimension (Dimensão Fractal Média)
MPAR	Mean Perimeter Area Ratio (Razão Média do Perímetro pela Área)
MPE	Mean Shape Index (Índice Médio de Forma)
MPS	Mean Patch Size (Tamanho Médio da Mancha)
NCA	Number of Core Areas (Números de Áreas-núcleo Remanescentes)
NP	Number of Patches (Número de Manchas)
PIB	Produto Interno Bruto
PSSD	Patch Size Standard Deviation (Desvio Padrão do Tamanho da Mancha)
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TCAA	Total Class Core Area (Áreas-núcleo Total Remanescente)
TE	Core Area Index (Índice de Área-núcleo)
USGS	United States Geological Survey (Pesquisa Geológica dos EUA)

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ

Somatório

$\sqrt{\quad}$

Raiz Quadrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	VEGETAÇÃO DE MATA ATLÂNTICA	22
2.1.1	Vegetação de Mata Atlântica em São Vicente Férrer	23
2.1.1.1	Composição Florística de São Vicente Férrer	24
2.1.1.1.1	<i>Flora Endêmica e Espécies Ameaçadas de Extinção</i>	26
2.2	ESTRUTURA DA PAISAGEM	28
2.3	IMPACTOS ANTRÓPICOS NA MATA ATLÂNTICA	28
2.3.1	Atividades e Impactos Rurais	30
2.3.2	Atividades e Impactos Urbanos	32
3	ARTIGO 1: ECOLOGIA DA PAISAGEM APLICADA AO ESTUDO DA MATA ATLÂNTICA	34
3.1	INTRODUÇÃO	34
3.2	METODOLOGIA	35
3.3	RESULTADOS	36
3.3.1	Conceito	36
3.3.2	Histórico	37
3.3.3	Cálculos	38
3.3.3.1	Área	38
3.3.3.2	Borda	39
3.3.3.3	Núcleo	40
3.3.3.4	Proximidade	40
3.3.4	Aplicações	40
3.4	DISCUSSÃO	41
3.5	CONCLUSÃO	43
4	ARTIGO 2: REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO AGRESTE PERNAMBUCANO: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, ENDEMISMO E ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO	44
4.1	INTRODUÇÃO	44
4.2	METODOLOGIA	45
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46

4.4	CONCLUSÃO	48
5	ARTIGO 3: FRAGILIDADE DE FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA EM FUNÇÃO DE AÇÕES ANTRÓPICAS	49
5.1	INTRODUÇÃO	49
4.2	METODOLOGIA	50
5.2.1	Área de estudo	50
5.2.1.1	Composição Florística dos Fragmentos Analisados	52
5.2.2	Mapeamento dos Componentes da Paisagem	52
5.2.3	Métricas da paisagem	53
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.3.1	Estrutura da Paisagem	54
5.3.2	Métricas da Paisagem	57
5.3.2.1	Fragmentos e Área	57
5.3.2.2	Borda e Núcleo	59
5.3.2.3	Índice de Proximidade	62
5.4	CONCLUSÃO	63
6	ARTIGO 4: AVALIAÇÃO MULTIVARIADA EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA	65
6.1	INTRODUÇÃO	65
6.2	REFERENCIAL TEÓRICO	66
6.2.1	Ecologia da Paisagem	66
6.2.2	Estatística Multivariada	67
6.3	METODOLOGIA	69
6.3.1	Área de estudo	69
6.3.2	Geoprocessamento e Análise Multivariada	69
6.3.2.1	Matriz de Proximidade	70
6.3.2.2	Análise de Agrupamento	71
6.4	RESULTADOS	71
6.5	CONCLUSÕES	73
7	CONCLUSÕES GERAIS	75
	REFERÊNCIAS	77

APÊNDICE A – MÉTRICAS DA PAISAGEM DOS FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE SÃO VICENTE FÉRRER EM 1984	86
APÊNDICE A – MÉTRICAS DA PAISAGEM DOS FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA DE SÃO VICENTE FÉRRER EM 2021	92
APÊNDICE C – IMAGENS UTILIZADAS PARA ANÁLISE DA ECOLOGIA DA PAISAGEM EM RECORTE DE PROXIMIDADE DO LAND VIEWER - EOS DATA ANALYTICS	98

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o bioma Mata Atlântica vem passando por diversas fases de conversão da vegetação nativa para usos do solo, principalmente para a agricultura e a pecuária. A Mata Atlântica acompanhou a dinâmica econômica brasileira por mais de 500 anos, na qual o “progresso” estimulava a fragmentação das matas e a separação entre homem e natureza, com priorização de grandes áreas de monocultura, pecuária e urbanização (SOS MATA ATLÂNTICA, 2016).

A grande diversidade biológica do bioma inclui a Mata Atlântica entre os maiores repositórios de biodiversidade do planeta e com os mais altos níveis de endemismo (DANTAS et al., 2017; VARJABEDIAN, 2010). Inegavelmente importante, a Mata Atlântica ganhou o título, por meio de um decreto na Constituição Federal de 1988, de Reserva da Biosfera pela UNESCO e Patrimônio Natural (SOS MATA ATLÂNTICA, 2020).

A vegetação da Mata Atlântica participa de inúmeras funções ambientais, tais como amenização do microclima local, regulação do ciclo hidrológico, preservação de encostas, produção de oxigênio e captura de CO₂, manutenção dos recursos naturais, contribuição à variabilidade genética e decomposição de resíduos (DANTAS et al., 2017; BRESINSKY; COLS, 2011; CAMPANILI; SCHÄFFER, 2010).

Mesmo sendo considerado um dos biomas mais importantes para o Brasil, é também um dos mais ameaçados (DANTAS et al., 2017), com, aproximadamente 72% da população brasileira vive em suas imediações e dependência da Mata Atlântica. Isto promove e acelera a diminuição e isolamento desta vegetação, ocasionando perdas de biodiversidade e problemas relativos à sua manutenção (DANTAS et al., 2017).

Uma das metas do Brasil, relativa aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, seria de, até 2020, assegurar a conservação, a recuperação e o uso sustentável de ecossistemas terrestres e seus serviços, em especial florestas, zonas úmidas, montanhosas e áridas, cumprindo com as obrigações acordadas internacionalmente. Entretanto, o poder público e os demais atores têm falhado na conservação dessas áreas. Isto se deve, particularmente, a ausência de políticas públicas efetivas para a conservação, a recuperação e o uso sustentável de ecossistemas terrestres.

A fragmentação de remanescentes florestais apresenta efeitos diretos nas relações ecológicas de plantas e animais. As atividades antrópicas causadoras do isolamento de fragmentos florestais implicam nos impactos das atividades rurais e urbanas na diminuição do fluxo gênico, no isolamento reprodutivo e, conseqüentemente, conduzem a uma perda da diversidade genética. É importante conhecer o comportamento da Mata Atlântica sob os efeitos de uso rural e urbano, especialmente em fragmentos existentes em um município de pequeno porte, e suas implicações para o desenvolvimento do estado de Pernambuco.

Os municípios de pequeno e médio porte no Brasil têm sido palco de intensas transformações no uso e ocupação do solo, sobretudo nas últimas quatro décadas, em consequência da expansão urbana e desenvolvimento de atividades rurais, ainda mais pronunciadas em cidades de pequeno porte (LOPES; HENRIQUE, 2010). Esses municípios têm se destacado como objeto de estudo quanto ao padrão da estrutura da paisagem, uma vez que as políticas públicas, a economia, os modos de vida, as políticas ambientais, entre outros aspectos, reverberam na configuração espacial e sinalizam possibilidades de pontos de conflitos futuros.

Ao analisar espaços naturais, como os fragmentos de Mata Atlântica, em um município de pequeno porte, pode-se identificar tensores ambientais e níveis de impacto ambiental negativo, subsidiando ações de mitigação e/ou remediação e políticas públicas que promovam um desenvolvimento sustentável, com garantias à manutenção do meio ambiente. Deve-se considerar, ainda, que municípios de pequeno porte, como São Vicente Férrer - PE, são detentores de fragmentos de Mata Atlântica que, sem monitoramento e estudos sobre sua condição de fragilidade ambiental, podem ser suprimidos da paisagem, com grandes custos aos serviços ambientais e ecossistêmicos, com perdas na qualidade de vida e economia regional.

Segundo Araújo (2010) e Leite (2011), a ocupação territorial no município pernambucano de São Vicente Férrer teve início com o comércio de produtos agrícolas em feira livre, em meio aos afloramentos de Mata Atlântica existentes no local. O crescimento dessa feira local aumentou o fluxo de pessoas. Por meio da Lei Provincial nº. 527, de 4 de fevereiro de 1862, o povoamento dessa região foi reconhecido como freguesia de Cruangi, na comarca de Nazaré.

Somente em 30 de abril de 1864, por meio da Lei Provincial nº. 581, a freguesia teve o nome modificado para São Vicente e, a partir da Lei Estadual nº. 991, de 01 de julho de 1909, a povoação foi elevada à categoria de Vila São Vicente. Foi

com a Lei Estadual nº. 1.931, em 11 de setembro de 1928, que a vila foi elevada à categoria de cidade, com a denominação de São Vicente Férrer reconhecida pela Lei Estadual nº. 1.818, de 29 de dezembro de 1953 (LEITE, 2011).

Os fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer são de grande importância para a conservação da vasta riqueza de animais e plantas (ARAUJO, 2010), ou seja, locais determinantes para manter a biodiversidade no Agreste de Pernambuco, em especial na região norte. Outrossim, de maneira análoga às florestas tropicais nesse estado de conservação, os fragmentos de mata de São Vicente Férrer oferecem serviços ambientais importantes para a população, em nível local e regional, como a redução da poluição do ar, o sequestro de carbono e a regulação microclimática e mesoclimática (BRESINSKY; COLS, 2011; KAGEYAMA et al., 2001), entre outros serviços como proteção do solo, dos recursos hídricos e manutenção da biodiversidade (CAMPANILLI et al., 2010; DANTAS et al., 2017). Ademais, a composição paisagística dos remanescentes florestais, os leitos de rios e as cachoeiras se mostram como oportunidades estratégicas para o ecoturismo no município (LIVRAMENTO et al., 2001).

No entendimento de Leite (2011), os fragmentos de mata têm ainda uma importância maior na manutenção dos mananciais, haja vista que a cobertura vegetal presta serviço ambiental básico, em função das nascentes que ali afloram (BELTRÃO; MACÊDO, 1994) e organização de parcela das chuvas por evapotranspiração (YOUNG; FAUSTO, 1997). Uma circunstância a ser ponderada é que, em função do baixo potencial de água subterrânea na região, a conservação desses remanescentes florestais e consequente conservação dos recursos hídricos é ainda mais importante (BELTRÃO et al., 2005).

Nascentes pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Goiana, presentes em São Vicente Férrer, influenciam o regime hídrico de, aproximadamente, 22 municípios (Goiana, Igarassu, Itaquitanga, Condado, Itambé, Aliança, Tracunhaém, Nazaré da Mata, Timbaúba, Ferreiros, Camutanga, Vicência, Buenos Aires, Macaparana, Carpina, Lagoa do Carro, Limoeiro, Machados, Bom Jardim, Orobó e João Alfredo) e o próprio município de São Vicente Férrer (LEITE, 2011), ou seja, municípios que, de forma indireta, dependem da integridade da vegetação da Mata Atlântica de São Vicente Férrer para a conservação de seus recursos hídricos (BELTRÃO; MACÊDO, 1994; LEITE, 2011).

Dimensionando a riqueza multifuncional da Mata Atlântica de São Vicente Férrer, em nível local e regional, seu crescimento, localização, extensão e a ocorrência de elementos bióticos, segundo Lucena (2009) e Pereira (2009), são fundamentais à conservação ecológica. Esses fragmentos de Mata Atlântica existentes em São Vicente Férrer, um município de pequeno porte, são considerados de extrema importância biológica e prioritários nas ações de conservação da biodiversidade (MMA, 2000; MMA, 2002).

Em virtude disso, é fundamental a realização de estudos como este, visando contribuir com informações sistematizadas, viabilizando a visualização de sua importância e as consequências dos impactos das atividades antrópicas. O desenvolvimento da pesquisa de caráter ecológico-vegetal, com foco fitogeográfico, é estratégico, não apenas do ponto de vista botânico, mas também quanto ao uso sustentável de recursos naturais e do ecoturismo, que contam com o respaldo e instrumentos legais de proteção (MMA, 2000; MMA, 2002).

Com base em pressupostos teóricos da Ecologia da Paisagem, que norteiam este estudo, as mudanças de uso de solo alteram não só a dimensão e a forma dos fragmentos de vegetação remanescente de Mata Atlântica, mas a distância entre eles. Vale salientar que os estudos de padrões da paisagem, da interação entre manchas na paisagem, e do modo como padrões da composição da paisagem mudam com o passar do tempo, fornecem, conjuntamente, subsídios teóricos e empíricos à compreensão global da paisagem, auxiliando o planejamento e o ordenamento territorial (METZGER, 2001).

Tais dados e informações, quando associados às análises de sensoriamento remoto, viabilizam o diagnóstico do status quo dos fragmentos vegetacionais, como a quantificação e a determinação da condição biológica da vegetação - relacionadas ao nível de fragilidade ambiental do fragmento de vegetação remanescente e da quantidade de pigmentos, nutrientes e água na vegetação.

A pesquisa traz a caracterização da Mata Atlântica em sua extensão geral, no território pernambucano e em São Vicente Férrer, com destaque para a flora e seu estado de conservação e preservação. Realiza uma digressão histórica e discute alguns conceitos importantes de Ecologia da Paisagem, com foco no histórico, aplicação e métricas da paisagem. Por fim, a pesquisa apresenta uma abordagem sobre a estrutura e a ecologia da paisagem dos fragmentos de Mata Atlântica do

município de São Vicente Férrer, trazendo o diagnóstico da fragilidade de fragmentos de Mata Atlântica, em função de ações antrópicas em seu entorno.

Deste modo, o objetivo do estudo foi diagnosticar a fragilidade de fragmentos de Mata Atlântica em função de ações antrópicas em seu entorno. Especificamente, a) Identificar as áreas ocupadas por fragmentos de Mata Atlântica no município; b) Identificar áreas urbanizadas e de uso rural no entorno de fragmentos de Mata Atlântica; c) Determinar métricas da paisagem para os fragmentos de Mata Atlântica e d) Identificar o nível de fragilidade ambiental dos fragmentos de Mata Atlântica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Formada por uma série de vegetações presentes na costa brasileira, a Mata Atlântica é um domínio fitogeográfico que, originalmente, possuía uma área de 1.315.460 km², entretanto, hodiernamente apenas 12,5% desta área, em todo o mundo, está preservada e distribuída em pequenos fragmentos de mata ameaçados (MOREIRA, 2020; SOS MATA ATLÂNTICA, 2018). Estes fragmentos preservam a biodiversidade e fornecem serviços ecossistêmicos indispensáveis para cerca de três quartos da população no Brasil (REZENDE et al., 2018), como regulação climática, protegem contra inundações severas e deslizamentos de terra, regularizam o abastecimento de água para uso humano e geração de energia, fornecem alimentação, atividades recreativas e até mesmo serviços culturais, como a manutenção da identidade de povos tradicionais (JOLY et al., 2014; LEMBI, 2020; REZENDE et al., 2018).

Desde a colonização brasileira, a Mata Atlântica tem sido explorada e sua devastação se intensificou com o crescimento de cidades, extensão de estradas, exploração de recursos naturais e aumento das atividades agrícolas no litoral (MORELLATO; HADDAD, 2000; JOLY et al., 2014). Segundo Rezende (2018), as áreas do domínio fitogeográfico de Mata Atlântica, ocupadas atualmente, são responsáveis por 70% do PIB, 2/3 da economia industrial, e abrigam mais de 125 milhões de pessoas. Conforme Mittermeier (2011), a Mata Atlântica, mesmo sendo uma grande área de diversidade e endemismo de plantas, está entre os *hotspots* mais ameaçados do mundo.

Segundo Moreira (2020), a Mata Atlântica estende-se, atualmente, por, aproximadamente, 15% do território brasileiro, marcando presença em todo o litoral, desde o estado do Piauí ao Rio Grande do Sul, estendendo-se, sob a forma de manchas florestais, em estados não costeiros como Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás (SOS MATA ATLÂNTICA, 2018). A fragmentação da Mata Atlântica tem como causa um desmatamento recorrente e desordenado que degrada e altera, de forma significativa, os padrões de distribuição das espécies, causando perdas, muitas vezes incalculáveis e irreparáveis, para a biodiversidade da fitogeografia brasileira (PENEDO et al., 2015).

Por consequência desse modelo de devastação ocorrido na Mata Atlântica, o número e o tamanho das populações de plantas e animais diminuíram, aumentando

a perda de biodiversidade, entre outros aspectos fundamentais para a adaptação e a evolução das espécies (PENEDO et al., 2015). Conseqüentemente, ocorre a fragilização da Mata Atlântica e o comprometimento da biodiversidade local (NEWBOLD et al., 2015). Nessa perspectiva, o conhecimento espacial para monitorar o bioma Mata Atlântica e seus ecossistemas que ocorrem em um determinado local é de extrema importância (MOTA et al. 2017), podendo ser usado para estudar padrões biogeográficos e ajudar a restaurar áreas degradadas, construir políticas públicas de proteção e até intensificar políticas fiscalizatórias (SANTOS; SILVA; ALBUQUERQUE, 2020).

2.1 VEGETAÇÃO DE MATA ATLÂNTICA

A vegetação de Mata Atlântica detém, aproximadamente, 8% da biodiversidade no mundo (SILVA; CASTELETTI, 2005). No que se refere ao território brasileiro, estima-se que existam mais de 15.001 espécies de angiospermas registradas e quase 50% delas são consideradas endêmicas da Mata Atlântica (FERREIRA, 2015). Heterogênea em sua composição e organização (TABARELLI et al., 2005) a Mata Atlântica é considerada um verdadeiro mosaico de tipos de vegetação, variando em suas formações florestais, ecossistemas associados e espécies (FERREIRA, 2015; STEHMANN et al., 2009).

Como citado anteriormente, a Mata Atlântica é mundialmente reconhecida como um *hotspot* global de biodiversidade em virtude dos altos níveis de riqueza e endemismo, em fauna e sobretudo flora, associado ao desmatamento ocorrido no passado recente (MITTERMEIER et al., 2004; STEHMANN et al., 2009). Hodiernamente, como consequência de todo um sucessivo histórico de intervenções antrópicas, os remanescentes florestais estão fortemente fragmentados (LEMBI, 2020; SILVA; CASTELETTI, 2005).

No que diz respeito aos remanescentes florestais de Mata Atlântica do Estado de Pernambuco, Ferreira (2015) afirma que são, em sua maioria, pequenos e irregulares em forma. Ferreira (2015) e Tabarelli (2005) observaram que a maioria dos fragmentos florestais no Agreste de Pernambuco são menores que 10 ha, enquanto uma pequena parcela, cerca de 10%, são maiores que 100 ha.

Estes pequenos fragmentos de Mata Atlântica em Pernambuco estão cercados por áreas agrícolas com baixa chance de uma persistência futura

(GALINDO-LEAL, 2005). O estudo e conservação dessas áreas é de grande importância, haja vista que, segundo Silva e Tabarelli (2000), o paradigma de conservação atual vê todos os fragmentos, independentemente do tamanho, importantes para a construção e conservação de um mosaico onde há na paisagem regional conexões entre Fragmentos de Mata Atlântica.

Entretanto, segundo Ferreira (2015), a relevância biológica dos pequenos fragmentos tem, raramente, sido considerada nas políticas de conservação, em termos de riqueza e importância geográfica para preservação sobretudo das espécies endêmicas ou ameaçadas. Nesse sentido, estudar os impactos do uso rural e urbano nessas áreas é urgente e extremamente importante para que seja elucidado a importância na inclusão de medidas mitigadoras em planos diretores, zoneamentos, manejos entre outras ferramentas de conservação em nível municipal, estadual ou mesmo federal (SANTOS; SILVA; ALBUQUERQUE, 2020).

2.1.1 Vegetação de Mata Atlântica em São Vicente Férrer

Segundo Capobianco (2001) e Leite (2011), São Vicente Férrer tem em maior parte de seu território vegetação de savana estépica, conhecida localmente como Caatinga; entretanto, mais de 2.000 ha do município estão inseridos no Domínio da Mata Atlântica (Figura 1).

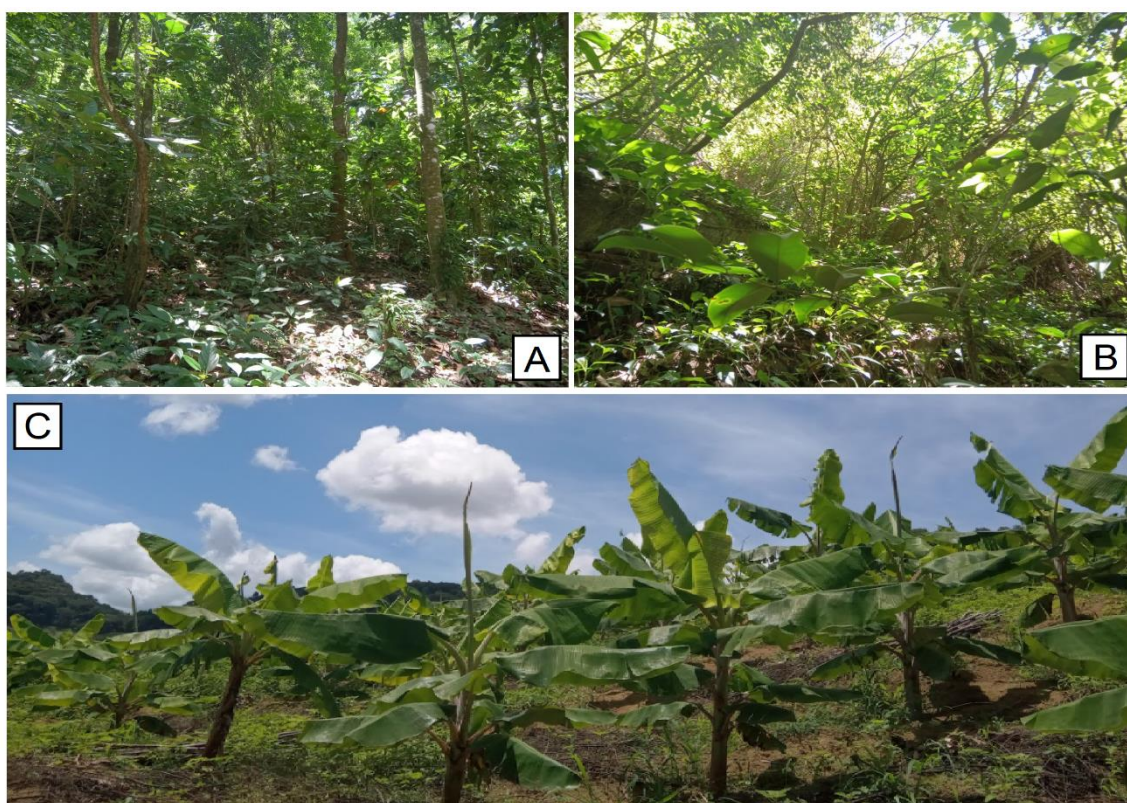
Figura 1 – Vista em trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana (Mata do Estado) no município de São Vicente Férrer, PE



Fonte: Pereira (2009).

Segundo o sistema oficial para mapeamento e classificação da vegetação brasileira (VELOSO et al., 1991), no município, dentre aqueles com ecossistemas de Mata Atlântica, predomina uma Floresta Ombrófila Montana (Figura 2A) e uma Floresta Ombrófila de Terras Baixas (Figura 2A). A cultura agrícola que predomina nas fronteiras de Mata Atlântica no município é a de banana, *Musa spp.* (Figura 2C).

Figura 2 – A. Floresta Ombrófila de Terras Baixas; B. Floresta Ombrófila Montana; C. Plantação de banana (*Musa spp.*).



Fonte: Santos (2022).

2.1.1.1 Composição Florística de São Vicente Férrer

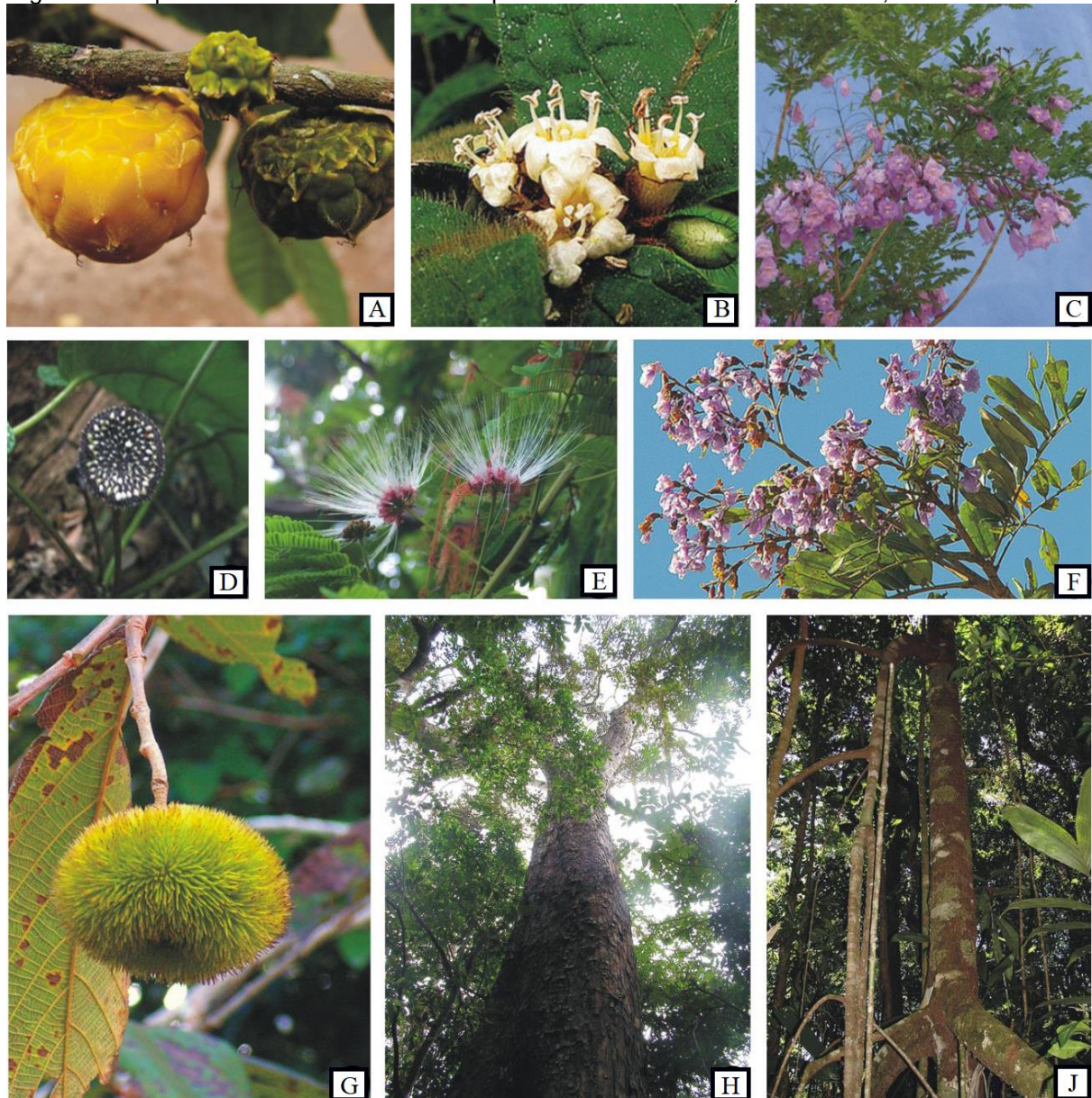
Os dados referentes à flora de São Vicente Férrer mostram que os remanescentes de Mata Atlântica apresentam um conjunto florístico peculiar, diferenciado das demais florestas ombrófilas montanas e de terras baixas de Pernambuco (FERRAZ; RODAL, 2006). Foram conhecidas 476 espécies vegetais para o município, sendo 348 angiospermas, 95 pteridófitas e 33 briófitas (LUCENA, 2009; LEITE, 2011; PIETROBOM; BARROS, 2002; 2006; PÔRTO; GERMANO, 2002; PÔRTO *et al.*, 2004).

Dentre as famílias de angiospermas com maior riqueza de espécies são, respectivamente, Fabaceae, com 33 espécies, Myrtaceae, com 21 espécies, Rubiaceae, com 20 espécies, Lauraceae, com 14 espécies, Sapindaceae, com 14 espécies, Sapotaceae, com 13 espécies, Moraceae, com 12 espécies, Apocynaceae, com 11 espécies, Euphorbiaceae, com 11 espécies, Meliaceae, com oito espécies, Clusiaceae, com oito espécies, Burseraceae, com oito espécies, e Melastomataceae, também com oito espécies (LEITE, 2011).

Por sua vez, são mais representados os gêneros de angiospermas: *Psychotria*, com oito espécies, *Inga*, com oito espécies, *Miconia*, com sete espécies, *Myrcia*, com seis espécies, *Byrsonima*, *Ocotea* e *Pouteria*, com cinco espécies. Existem também os gêneros *Guapira*, *Cupania*, *Serjania* e *Cordia*, com quatro espécies cada um (LEITE, 2011; LUCENA, 2009). Cabe ressaltar que os gêneros de angiospermas do local com maior proporção de espécies são aqueles de dispersão biótica (LEITE, 2011).

No que se refere às pteridófitas, Leite (2011) afirma que as famílias Pteridaceae, com 20 espécies, e Cyatheaceae, com cinco espécies, têm a maior representatividade. Por sua vez, *Adiantum*, com nove espécies, *Cyathea* e *Doryopteris*, com quatro espécies cada uma, são os gêneros mais ricos. Dentre os vegetais avasculares, as famílias Lejeuneaceae e Calymperaceae apresentaram quatro espécies, e as demais famílias de uma a duas espécies cada, assim como ocorreu com os gêneros restantes (LEITE, 2011; PÔRTO et al., 2004).

Figura 3 – Representantes da flora do município São Vicente Férrer, Pernambuco, nordeste do Brasil.



Fonte: Adaptado de Leite (2011).

Legenda: A. *Helicostylis tomentosa* (Poepp. & Endl.) Rusby (Moraceae); B. *Cordia nodosa* Lam. (Boraginaceae); C. *Jacaranda puberula* Cham. (Bignoniaceae); D. *Dorstenia bahien* Fisch. & C.A. Mey. (Moraceae); E. *Macrosamanea pedicellaris* (DC.) Kleinhoonte (Fabaceae); F. *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae); G. *Apeiba tibourbou* Aubl. (Malvaceae); H. *Plathyomenia foliolosa* Benth. (Fabaceae); I. *Tovomita mangle* J. Mariz (Clusiaceae).

2.1.1.1.1 Flora Endêmica e Espécies Ameaçadas de Extinção

Da composição florística de São Vicente Férrer, dezoito espécies são endêmicas da Mata Atlântica brasileira, estando quatro dessas espécies restritas a áreas ao norte do Rio São Francisco (LEITE, 2011; SANTOS, 2006; STEHMANN et al., 2009).

Dentre as arbóreas que são exclusivas da Mata Atlântica brasileira destacam-se *Tovomita mangle* G. Mariz (Clusiaceae) e *Virola gardneri* (A. DC.) Warb. (Myristicaceae), que se enquadram entre as quatro espécies mais importantes na estrutura da comunidade florestal local (FERRAZ; RODAL, 2006).

No estudo realizado por Ferraz e Rodal (2006) e nos dados do MMA (2008) foram registradas sete espécies de angiospermas ameaçadas de extinção em São Vicente Férrer. Destas, chama mais a atenção o registro da espécie arbórea *Symplocos* cf. *neglecta* Brand (Symplocaceae). Ainda que o exemplar encontrado necessite de confirmação de sua identidade taxonômica, a espécie está registrada como presumivelmente extinta (FERRAZ; RODAL, 2006; MMA, 2008). Posteriormente, caso confirme-se a identificação de *S. neglecta*, recomenda-se fortemente a construção de programas de reprodução e repovoamento desta espécie na natureza, medidas essenciais para driblar sua completa extinção (LUCENA, 2009).

Dentre outras espécies encontradas e ameaçadas podemos citar o cedro *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), o pau-amarelo *Plathymenia foliolosa* Benth. (Fabaceae) e *Banara brasiliensis* (Schott) Benth. (Flacourtiaceae), estando na categoria vulnerável à extinção (MMA, 2008; LEITE, 2011). Por sua vez, temos na categoria em perigo de extinção o jacarandá-branco *Swartzia pickelii* Killip ex Ducke (Fabaceae) e as Bromeliaceae *Canistrum aurantiacum* E. Morran e *Cryptanthus zonatus* (Vis. ex Otto) Beer (LEITE, 2011; MMA, 2008).

Outrossim, o município de São Vicente Férrer possui também os únicos registros de ocorrência para a Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco de nove espécies de angiospermas, que podem ser consideradas, segundo Leite (2011), vulneráveis à extinção a nível regional. Conforme Santos (2006), cinco oferecem recursos aos animais frugívoros, sendo que *Erythroxylum pulchrum* A. St. Hill. (Erythroxylaceae) e *Ficus trigonata* L. (Moraceae) possuem frutos carnosos; *Xylopia sericea* A. St. Hil. (Annonaceae) e *Inga subnuda* Salzm. ex Benth. (Fabaceae) apresentam sementes ariladas e a Cunoniaceae *Lamanonia ternata* Vell., endosperma oleaginoso. As demais plantas presumivelmente vulneráveis à extinção são: *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *C. odorata* (Meliaceae), *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) e a Fabaceae *Dalbergia frutescens* Vell. (SANTOS, 2006; LUCENA, 2009).

2.2 ESTRUTURA DA PAISAGEM

Estrutura da paisagem pode ser definida como um padrão espacial distinto e mensurável, definida por seu conjunto de ecossistemas em interação, jornada geomorfológica, condução de perturbações e evoluções (RIBEIRO, 1985). Estudar a estrutura da paisagem é fundamental para entender a fragilidade de fragmentos de Mata Atlântica em função de ações antrópicas em seu entorno.

Essa necessidade se reforça ainda mais quando Forman e Gordon (1986) afirmam que a evolução da estrutura da paisagem é resultado de três mecanismos operando em diferentes escalas temporais: processos geomorfológicos durante um extenso período de tempo, padrões de colonização em uma escala mediana de tempo e as rápidas perturbações em ecossistemas locais.

Quando se trata do Bioma Mata Atlântica, a combinação destes três mecanismos resulta em uma paisagem terrestre composta por distintas formas de relevo, tipos de ecossistemas e usos do solo, formando um mosaico de remanescentes de retalhos ou manchas (*patches*), que formam um agrupamento que na presente pesquisa será considerado um fragmento florestal, partindo do pressuposto que todas os remanescentes do estudo sofreram de forma, direta ou indireta, impactos antrópicos.

Norteados pelos preceitos da Ecologia da Paisagem (CASEMIRO, 2009), a presente pesquisa considera que a estrutura de uma paisagem é composta por três tipos de elementos: *Patches* (manchas, áreas, polígonos), *Corridors* (corredores) e *Matrix* (matriz). Estes elementos base são os principais parâmetros de interpretação dos dados geográficos, em especial na forma de mapas, permitindo a comparação entre paisagens e períodos temporais distintos.

2.3 IMPACTOS ANTRÓPICOS NA MATA ATLÂNTICA

Infelizmente, uma imensa parcela do território de Mata Atlântica foi destruída pela exploração intensiva e desordenada das áreas naturais. Fazendo-se uma digressão histórica, observamos que pau-brasil foi o primeiro alvo de extração e exportação dos exploradores que colonizaram a região, sucedendo a cultura da cana de açúcar, café e, atualmente, a expansão das cidades (SANTOS; SILVA; ALBUQUERQUE, 2020).

Ao longo dos anos, esses impactos antrópicos têm resultado em profundas transformações na paisagem natural, como consequência da ausência de medidas de

planejamento que, por sua vez, visam integrar a sustentabilidade dos sistemas naturais, sociais e econômicos. A expansão das cidades e o aumento dos sistemas agropecuários, decorrentes do crescimento populacional e da demanda por alimentos, respectivamente, podem ser destacados como processos antrópicos que mais contribuíram para alterar as paisagens naturais (ZANELLA, 2011).

Por consequência desses históricos e contínuos impactos antrópicos, o estado de degradação do bioma Mata Atlântica é preocupante e passível de graves consequências. Em regiões interioranas do Estado de Pernambuco, municípios como São Vicente Férrer possuem uma dinâmica econômica predominantemente rural, porém, os espaços urbanos vêm ganhando cada vez mais espaço frente às áreas agricultáveis.

A análise e a interpretação de dados e estudos sobre os impactos antrópicos nesses municípios possibilita a obtenção de um conjunto de conhecimentos fundamentais para o planejamento ambiental. Entender os impactos antrópicos nos fragmentos de Mata Atlântica possibilita propor alternativas para minimizar os conflitos e problemas consequentes dos usos rural e urbano (SANTOS, 2004; ZANELLA, 2011).

Planejamento aliado ao entendimento da necessidade de preservação e recuperação da Mata Atlântica é uma alternativa eficaz, à medida que possibilita identificar os principais impactos negativos das atividades que afetam os fragmentos, buscando, por meio dos princípios do desenvolvimento sustentável, soluções compatíveis às esferas ecológica, social, cultural e econômica (SANTOS, 2004).

Para realizar o planejamento ambiental de uma área é fundamental diagnosticar as características da paisagem, as quais refletirão o estado ambiental local, no tocante ao estado de conservação e/ou o nível de degradação daquele ambiente (ZANELLA, 2011). Assim, a Ecologia da Paisagem, que procura entender as modificações estruturais e, portanto, funcionais ocasionadas pelas atividades antrópicas, torna possível conhecer e monitorar os impactos dos usos rural e urbano, apresentando alternativas para aliar o manejo agrícola, a expansão urbana e a conservação da Mata Atlântica. Destarte, para compreender os dados ecológicos da paisagem é necessário entender o que se compreende por impactos antrópicos, em especial o que se entende por impactos dos usos rural e urbano.

2.3.1 Atividades e Impactos Rurais

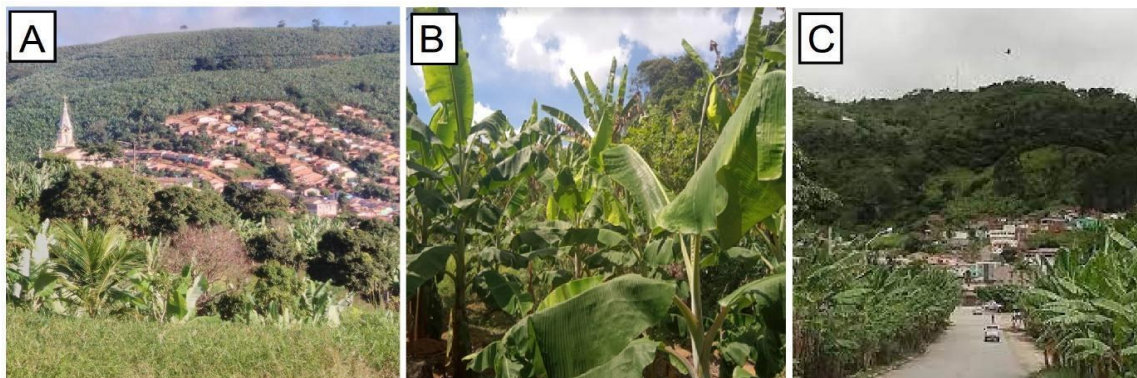
As atividades rurais são uma das principais, mais antigas e mais importantes atividades desenvolvidas para a subsistência do ser humano. Segundo Amasifuen, Souza e Oliveira (2017), o agronegócio é o principal pilar da economia brasileira na atualidade. Conforme dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio, em 2021, cresceu 10,8% e corresponde, atualmente, a quase 1/3 do PIB brasileiro, na contramão de outras áreas da economia; as atividades rurais foram impulsionadas pelo aumento e alta rentabilidade da produção nos últimos anos (CEPEA, 2021). Além disso, o crescimento das atividades rurais, particularmente no Brasil, deve-se à disponibilidade de terras férteis para a agricultura e pecuária (SIDONIO, 2012).

O destaque do Brasil nessas atividades está diretamente associado à vasta quantidade de terras e à maior reserva de água doce do planeta. Além disso, o Brasil tem um litoral com 7,4 mil km de extensão (AMASIFUEN; SOUZA; OLIVEIRA, 2017). Está entre os principais produtos das atividades rurais do Brasil: a soja, o café, a cana-de-açúcar, a laranja, o fumo e a carne bovina. A produção brasileira é parte relevante das economias no mundo (CEPEA, 2021).

Em Pernambuco, destaca-se a cana-de-açúcar para fins de geração de combustíveis e produção de açúcar. Contudo, outras produções vêm ganhando destaque, a exemplo da banana (*Musa spp.*). Conforme dados do Instituto Agrônomo de Pernambuco (2021), em 2019, a geração de bananas em Pernambuco foi de, aproximadamente, 491.911 toneladas, colhidas em 44.229 hectares, gerando um rendimento médio aproximado de 11.122 quilos por hectare.

A bananicultura é uma das atividades rurais de forte expressão econômica e social, principalmente para a Zona da Mata e Agreste, as maiores produtoras do estado (IPA, 2021). A Mesorregião Zona da Mata é responsável, atualmente, por 36,34% da produção de banana do Estado, seguida da Mesorregião Agreste, responsável por 34,11%. Dentre os Municípios pernambucanos produtores de banana, destaca-se São Vicente Férrer (Figura 4), localizado, atualmente, na parte norte do Agreste pernambucano, com fronteira na Zona da Mata (CIDADES BRASILEIRAS, 2021).

Figura 4 - Cultivos de bananeiras no município São Vicente Férrer, Pernambuco



Fonte: [A] Caetano (2016); [B] Santos (2022); [C] Caetano (2018).

Em São Vicente Férrer, o cultivo de bananeiras é a principal atividade rural. Uma circunstância a ser ponderada quando se estuda os impactos dessas atividades rurais, associadas ao cultivo de bananeiras, é que elas apresentam um ciclo de produção contínuo, com sua maior produção no final do ano e a menor a partir de abril (IPA, 2021). Assim, um aspecto que chama atenção é que o cultivo de banana não exige uma rotatividade de culturas e áreas de plantio, podendo uma única plantação durar anos produzindo, se manejada de forma adequada.

Assim como em outras áreas agrícolas, onde o cultivo da banana predomina (ALVES, 1999), em São Vicente Férrer, o cultivo de bananeiras tem gerado uma série de danos ao meio ambiente, afetando negativamente o solo, os recursos hídricos, a fauna e a flora. Entre os principais impactos, destacam-se os danos irreversíveis ao solo, uma vez que, segundo Alves (1999), as bananeiras têm “raízes curtas” e o caule subterrâneo (rizoma), promovendo uma maior permeabilidade da água e instabilidade do solo, aumentando o processo de desgaste da superfície, facilitando deslizamentos de terra e movimentações de massa.

Dessa forma, o cultivo de bananeiras vem tornando terras que antes eram férteis em terras inapropriadas para o uso rural e também urbano. Além da problemática do solo, as bananeiras consomem muita água nas áreas onde são irrigadas, utilizando um recurso valioso para as atividades humanas (CARVALHO; GALVÃO, 2006), sobretudo no Agreste Pernambucano, onde o regime de chuvas não é regular.

2.3.1 Atividades e Impactos Urbanos

No decorrer do século XX, o Brasil se industrializou, passando a ser um país majoritariamente urbano, sobretudo em seu litoral, onde se concentraram as maiores cidades (SANTOS; PACHECO, 2013). No entanto, esse desenvolvimento foi marcado por diversas contradições, dentre elas, a falta de planejamento urbanístico e ambiental está entre as principais. Os problemas ambientais causados por atividades urbanas têm se agravado no território nacional, tanto nas metrópoles como nas cidades de médio e pequeno porte, se tornando comum um cotidiano de diminuição das áreas verdes, ocorrência de enchentes e deslizamentos de terras, entre outros transtornos.

Para Santos e Pacheco (2013), a urbanização é reflexo passivo das condições macroeconômicas, ou seja, esse processo de transformação das cidades é a personificação dos acontecimentos sociais, econômicos e políticos importantes. Dessa forma, o processo de urbanização e suas condições ambientais está intimamente associado aos grupos locais e ao cenário nacional. No entanto, mesmo com toda a problemática ambiental, o desenvolvimento urbano não é necessariamente negativo, e pode ser vista como positiva, sendo uma ferramenta eficaz na geração de empregos, aumentando a renda e promovendo o desenvolvimento econômico (PNDU, 2004).

O processo de urbanização de cidades de médio e pequeno porte, como São Vicente Férrer (Figura 6), têm se deparado com um grande problema, o crescimento desordenado das cidades, que põe em risco a qualidade de vida e os ecossistemas naturais. O crescimento da maioria desses municípios acontece sem qualquer estrutura e planejamento, ocupando áreas inadequadas e criando locais de risco (SANTOS; PACHECO, 2013).

Figura 5 – Trecho de área urbana em São Vicente Férrer - PE / BR



Fonte: Caetano (2016)

Em São Vicente Férrer, assim como em outras cidades brasileiras, os usos rurais trazem impactos severos nos ecossistemas naturais, sobretudo quando se fala de Mata Atlântica, haja vista que, aproximadamente, 72% da população brasileira vive nas imediações e dependências da Mata Atlântica (DANTAS et al., 2017). Dentre os principais impactos dos usos urbanos, destaca-se a promoção e a aceleração da fragmentação das áreas de floresta, o desmatamento (supressão de vegetação), a caça, o esgotamento de corpos d'água, o aumento no fluxo de carros e transportes, aumentando a emissão de gases poluentes, influenciando a condição biológica desses ecossistemas, entre outros impactos diretos e indiretos.

A consequência para a Mata Atlântica é a perda de biodiversidade e a geração de problemas relativos à sua manutenção. A comunidade humana da cidade é diretamente impactada, uma vez que a Mata Atlântica está ligada às inúmeras funções ambientais, tais como amenização do microclima local, regulação do ciclo hidrológico, preservação de encostas, produção de oxigênio e captura de CO₂.

3 ARTIGO 1: ECOLOGIA DA PAISAGEM APLICADA AO ESTUDO DA MATA ATLÂNTICA

3.1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Constituição Federal de 1988, a Mata Atlântica é Reserva da Biosfera pela UNESCO e Patrimônio Natural (DANTAS, 2017). Entre as principais motivações para esse reconhecimento está o alto nível de diversidade biológica, que faz da Mata Atlântica um dos grandes repositórios da biodiversidade mundial, com altos níveis de endemia. Infelizmente, mesmo com o reconhecimento de sua importância, a Mata Atlântica está entre os domínios mais ameaçados da Terra, se fazendo necessária uma intensificação dos estudos para a proteção de seus remanescentes (VARJABEDIAN, 2010).

Aproximadamente 145 milhões de habitantes de 3.429 municípios, aproximadamente 72% da população brasileira, vive em áreas do domínio da Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA, 2016). Desses municípios, destacam-se os pequenos e médios, dadas as intensas transformações no uso e ocupação do solo, especialmente nas últimas quatro décadas, causadas pela expansão urbana e atividades rurais, ainda mais acentuadas nas pequenas cidades (LOPES; HENRIQUE, 2010).

Devido às consequências dessas mudanças, fragmentos florestais estão sendo criados no município, causando um fenômeno muito comum e prejudicial para toda a comunidade biológica, a fragmentação florestal (DANTAS, 2017). Este fenômeno é um processo onde uma certa área extensa e interconectada é retalhada, dando lugar a pequenas manchas florestais de tamanho reduzido (RUDOLPHO et al., 2013). Nessa perspectiva, estudos que pesquisam as relações funcionais entre as características métricas dos fragmentos de mata com a ecologia da vegetação de Mata Atlântica, por meio de dados coletados de forma remota, têm estimulado muitas pesquisas, sobretudo aquelas voltadas aos aspectos florestais e urbanísticos.

Compreender o comportamento métrico e dinâmico da paisagem desse bioma é de fundamental importância para o planejamento e a tomada de decisões, especialmente sobre a recuperação de áreas degradadas e a criação de políticas públicas de proteção/conservação da biodiversidade e manutenção de áreas preservadas (FAHRIG, 2021).

Odum, Barrett (2008) e Costa (2020) afirmam que a Ecologia da Paisagem pode ser definida como uma abordagem “holística”, envolvendo o estudo de padrões paisagísticos, a dinâmica entre os elementos que compõem esse padrão e as mais variadas relações ao longo do tempo. O monitoramento e o estudo dos ecossistemas da Mata Atlântica, por meio da ecologia da paisagem, tem sido um dos temas mais discutidos e explorados entre aqueles que englobam as geotecnologias.

Atualmente, a maioria dos estudos de Ecologia da Paisagem se concentra em padrões e interações paisagísticas e suas modificações ao longo do tempo, analisando paisagens naturais e antrópicas (COSTA, 2020). Para Fahrig (2020), a Ecologia da Paisagem é uma ciência relativamente nova e requer estudos adicionais que proporcionem o aprimoramento das técnicas existentes de pesquisa paisagística, especialmente quando a ênfase está no grau de interação e conectividade dos elementos que a compõem.

Dada a urgência nos estudos sobre a Mata Atlântica e o crescente número de aplicações da ecologia da paisagem a esses estudos, especialmente o uso de métricas da paisagem (NASCIMENTO; LAURANCE, 2006), este estudo objetivou realizar uma revisão de literatura focando a ecologia da paisagem aplicada a estudos na Mata Atlântica.

3.2 METODOLOGIA

Conforme classificação de Gil (2019), o estudo é classificado como bibliográfico, do tipo revisão de literatura. A pesquisa envolveu um levantamento de publicações científicas como artigos, dissertações, teses e livros. Publicações envolvendo a aplicação de métricas da paisagem em vegetação de Mata Atlântica, abordando a extensão de áreas ocupadas. A pesquisa envolveu um levantamento de estudos publicados nas plataformas: SciELO, Web of Science, SCOPUS, GeoRef, Science Direct, ResearchGate e Elsevier – Open Science.

O período de busca foi definido entre 1970 e 2021, considerando operadores booleanos e filtros em inglês e português, não restringindo a área temática. As palavras-chave e os operadores pesquisados foram: “Mata Atlântica and ecologia da paisagem”; “Floresta Atlântica and ecologia da paisagem”; “Mata Atlântica and métricas da paisagem”; “Floresta Atlântica and métricas da paisagem” “Atlantic Forest

and landscape ecology”; “Atlantic Forest and matrix quality”; “ecologia da paisagem or métricas da paisagem” e “landscape ecology or matrix quality and Atlantic Forest”.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Conceito

Antes de discutir a definição de Ecologia da paisagem é importante saber o que é ecologia. Segundo Martins (2004), a ecologia é a ciência que estuda as interações dos organismos em seu ambiente, entre si e com o meio, sabendo que essas interações envolvem processos e, portanto, são variáveis no tempo. Segundo Martins (2004), a ecologia e o meio ambiente estão diretamente relacionados ao conceito de espaço físico.

Historicamente, a ecologia em seu princípio se concentrou no estudo de processos em que o espaço tinha características "homogêneas". No entanto, os estudos de ecossistemas isolados mostraram-se limitados na compreensão dos fenômenos que ocorrem entre os mais variados ecossistemas. Logo, o estudo da paisagem como "um todo" exige aplicações de vários aspectos e variáveis naturais e antrópicas (MARTINS et al., 2004; GUERRA; MARÇAL, 2009).

Segundo Metzger (2001), a origem da ecologia da paisagem é muito parecida ao da ecologia ecossistêmica, ou seja, parte da observação das inter-relações da biota, inclusive do homem, com o meio ambiente, construindo um todo. O precursor e primeiro estudioso a usar o termo "paisagem" em pesquisas na área da ecologia foi o geobotânico, Alexander von Humboldt, ainda no século XIX, sob a definição de caracterização completa de uma determinada região terrestre (METZGER, 2001).

A definição de paisagem é diferente da definição do ecossistema. Enquanto Troppmair (2000), ao definir ecossistema, afirma que se trata de um “sistema”, onde existe interdependência entre seus componentes, presença de um ciclo de matéria e de mecanismos de autorregulação, para Troll (1971) citado por Martins (2004) a definição de paisagem é a espacialidade e heterogeneidade do espaço físico onde o homem habita. A interação desses dois conceitos deu origem à Ecologia da Paisagem.

A Ecologia da paisagem é uma ciência relativamente nova e requer estudos adicionais que proporcionem o aprimoramento das técnicas de pesquisa paisagística existentes, especialmente quando a ênfase é no grau de interação e conectividade

dos elementos que a compõem (COSTA, 2020). Atualmente, a maioria dos estudos de Ecologia da paisagem se concentram nos padrões e interações da paisagem e suas mudanças ao longo do tempo, analisando tanto as paisagens naturais quanto as paisagens construídas pela ação do homem (CASEMIRO, 2009).

Segundo Porto e Menegat (2004), o propósito principal dessa nova área do conhecimento é construir um elo entre os sistemas natural e humano, incluindo as atividades agrícolas e urbanas que mudam continuamente a paisagem. A integração de conceitos de Ecologia da Paisagem como a métrica da paisagem significa muito mais que uma mudança de postura do homem em relação à natureza, mas também o resgate de preceitos perdidos, sobretudo a partir da revolução industrial.

Para Odum e Barrett (2008), a Ecologia da paisagem pode ser definida como uma abordagem "holística" envolvendo o estudo de padrões paisagísticos, a dinâmica entre os elementos que compõem esse padrão e as mais variadas relações ao longo do tempo.

3.3.2 Histórico

A Ecologia da Paisagem surgiu por volta de 1930, quando o geógrafo Carl Troll observou que todos os métodos da ciência natural estavam associados à presos no coração da ciência da paisagem (COSTA, 2020). O conceito também se origina da maior preocupação em estudar a heterogeneidade espacial, buscando compreender as interações de uma comunidade com o sistema abiótico (COSTA, 2020).

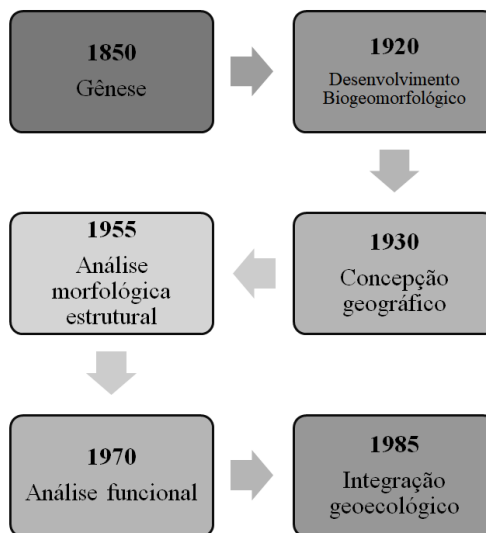
Entre 1920 e 1930, a ecologia da paisagem passou a ter influência de outras áreas da ciência, construindo a noção de interação entre os diferentes atores da paisagem, culminando no desenvolvimento dos conceitos de diferenciação em variadas escalas da paisagem.

De 1955 a 1970 ocorreu um maior foco na análise de problemas de nível regional e local que envolvem a taxonomia, a classificação e a cartografia da vegetação. A partir de 1970, métodos sistêmicos e quantitativos foram introduzidos e a ecologia da paisagem passa a ser desenvolvida próxima ao que conhecemos atualmente.

De 1985 até o presente momento, a Ecologia da Paisagem focou na inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico-funcional das paisagens, estudando fragmentos de ecossistemas preservados e suas interações antrópicas. A Ecologia da Paisagem surgiu unindo concepções biológicas e geográficas sobre as

paisagens, consolidando a ecologia da paisagem que conhecemos hoje (RODRIGUEZ et al., 2007; COSTA, 2020). Reunindo os dados de Rodriguez (2007), Odum, Barrett (2008), e Costa (2020) construímos uma linha do tempo (Figura 1).

Figura 6 – Linha do tempo da Ecologia da Paisagem.



Fonte: Santos, E. B. (2022)

3.3.3 Cálculos

Com a evolução das geotecnologias, em especial o uso do sistema de informação geográfica (SIG), novas tecnologias e novos parâmetros foram incorporados aos estudos da Ecologia da Paisagem. Tendo em vista as análises executadas na técnica, alguns autores chamam de ‘matrix quality’ ou ‘Métricas da Paisagem’. Estão entre os parâmetros mais calculados: área, áreas-núcleo e borda (LANG; BLASCHKE, 2009). Vale ressaltar que os seguintes cálculos têm sua aplicabilidade voltada para estudos em áreas de Mata Atlântica, uma vez que outros biomas possuem diferentes composições florísticas.

3.3.3.1 Área

Considerado o parâmetro mais próximo da realidade e mais difundido entre os pesquisadores, a Área (*patch*) é utilizada para calcular muitas outras medidas efetuadas de forma direta ou indiretamente sobre seus dados (SANTOS; ROCHA, 2020). O parâmetro espacial “Área” detém uma grande importância do ponto de vista

ecológico, sobretudo relacionada à análise de outros atributos, como núcleo, borda e proximidade (LANG; BLASCHKE, 2009).

A Área é um parâmetro indispensável para medir a diversidade de habitats, dada a relação espécie-área, onde áreas maiores devem abrigar mais espécies do que as menores (BENNETT, 2003), além de indicar os habitats mais benéficos nos atributos do espaço e disponibilidade de alimentos para a maioria das espécies (SANTOS; ROCHA, 2020). De acordo com Lang e Blaschke (2009) para o cálculo da área é:

$$\text{Área} = 0,5 \cdot \sum (x_{i+1}-x_i) (y_{i+1}+Y_i)$$

onde x e y do i-décimo (ponto de suporte do fragmento analisado) são coordenadas geográficas.

3.3.3.2 Borda

Os remanescentes florestais, em contato direto com uma determinada matriz antrópica, formam uma faixa chamada borda, onde ocorrem mudanças nos parâmetros físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas, caracterizando o chamado efeito de borda (SANTOS; ROCHA, 2020). O efeito de borda pode ser dividido em abiótico, biológico direto e biológico indireto (SANTOS; ROCHA, 2020).

Os abióticos estão ligados a mudanças ambientais, onde ocorre uma exposição ao vento, altas temperaturas, variação da umidade e radiação solar (REDDING et al., 2003). Por sua vez, os efeitos biológicos diretos envolvem alterações fitossociológicas causadas por fatores abióticos próximos às bordas do fragmento (GALETTI et al., 2003). Quanto aos efeitos biológicos indiretos, suas alterações estão ligadas à interação entre espécies e indivíduos, causando predação, parasitismo entre outros transtornos ecológicos (GALETTI et al., 2003; REDDING et al., 2003). Para calcular a borda é usado (LANG; BLASCHKE, 2009):

$$\text{Borda} = \sum \sqrt{(x_{i+1}-x_i)^2+(y_{i+1}+Y_i)^2}$$

onde x e y do i-décimo (ponto de suporte do fragmento analisado) são coordenadas geográficas.

3.3.3.3 Núcleo

O Núcleo ou Área-núcleo são os espaços no interior dos fragmentos da floresta, excetuando-se a borda. Fragmentos que não apresentaram área-núcleo possuem um maior nível de fragilidade e elevada susceptibilidade às ações antrópicas (DANTAS et al., 2017). Para o cálculo, a fórmula (LANG; BLASCHKE, 2009) é usada:

$$\text{Núcleo} = [0,5 \cdot \sum (x_{i+1}-x_i) + (y_{i+1}+Y_i)] - [\sum \sqrt{(x_{i+1}-x_i)^2 + (y_{i+1}+Y_i)^2}]$$

onde x e y do i-décimo (ponto de suporte do fragmento analisado) são coordenadas geográficas.

3.3.3.4 Proximidade

A fragmentação florestal e os consequentes efeitos de borda tendem a aumentar o grau de isolamento das espécies do ponto de vista ecológico, o que pode resultar na extinção de fragmentos com menor área e mais isolados. A proximidade traz o grau de isolamento da paisagem, onde quanto menor a distância, maior a conexão entre os fragmentos florestais, facilitando o movimento da biota e o fluxo genético. Por sua vez, fragmentos com grandes distâncias terão maior grau de isolamento das manchas que compõem a paisagem, prejudicando a vida ali existente (SILVA; SOUZA, 2014). e acordo com Lang e Blaschke (2009), aplicando a equação abaixo.

$$\text{Proximidade} = \sum A_i/d_i$$

onde A_i é área e D_i é distância.

3.3.4 Aplicações

Os mais diversos efeitos antrópicos têm grandes consequências, destacando-se as modificações na dinâmica e estrutura da paisagem, sobretudo quando consideramos a Mata Atlântica (MATIAS, 2020). As áreas anteriormente ocupadas por ecossistemas nativos, com vastas áreas de vegetação, ao longo do tempo, foram

convertidas em pequenos fragmentos. A Mata Atlântica está entre as principais vítimas da degradação dentre os *hotspots* globais de biodiversidade, e no passado passou por um intenso processo de fragmentação (MATIAS, 2020). Como resultado, remanescentes, como os encontrados em grande parte do Brasil e em outros lugares do mundo, são pequenos e espaçados (METZGER, 2001).

Modificações na estrutura da paisagem ocasionam inúmeros problemas nos habitats naturais. Quando falamos de Mata Atlântica, essas mudanças na estrutura da paisagem ocorreram com maior intensidade entre os municípios com menores áreas (LOPES; HENRIQUE, 2010). Entre os impactos ambientais negativos, o que mais chama a atenção é o uso e ocupação do solo que está estabelecido em torno dos fragmentos florestais (RODRIGUES et al., 2019). Segundo Rodriguez e Lima (2005), quando ocorre do uso e ocupação ter seu desenvolvimento de forma desordenada, a principal consequência é a redução e isolamento de fragmentos florestais propícios à sobrevivência de populações vegetais e animais, levando à uma extinção das espécies.

Entre os inúmeros distúrbios ecológicos consequentes da fragmentação em áreas de Mata Atlântica, a perda de biodiversidade é um dos principais problemas (MATIAS, 2020), uma vez que essa perda tem consequências diretas no funcionamento desses ecossistemas e do bioma (LOREAU et al., 2011). Além das consequências para a biodiversidade, as mudanças na dinâmica e na estrutura da paisagem têm consequências sobre o bem estar da população humana, tendo em vista os serviços ecossistêmicos prestados pelos fragmentos de mata (CAMPANILI; SCHÄFFER, 2010). Os serviços ecossistêmicos da Mata Atlântica têm impactos nos efeitos climáticos, erosivos, hidrológicos, entre outros, que são de grande importância para a qualidade de vida das pessoas (MACE, NORRIS; FITTER, 2012). A Ecologia da Paisagem, utilizando das análises de métricas da paisagem, tem um papel fundamental no estudo dessas áreas, propondo métodos, criando tecnologias e analisando cenários presentes, passados e futuros.

3.4 DISCUSSÃO

O estudo dos parâmetros na ecologia da paisagem, aqui abordados, que dizem respeito à configuração, ou seja, existência e quantidade de manchas, bem como ao padrão que corresponde à distribuição espacial e à configuração desses

fragmentos florestais, definem a estrutura geral dos estudos da ecologia da paisagem. Para analisar a estrutura geral de uma determinada paisagem, em especial quando falamos do Bioma Mata Atlântica, é necessário um conjunto de aspectos, como a área, borda, núcleo e proximidade de fragmentos florestais preservados, levando em conta a escala do estudo e a resolução espacial do sensor que será utilizado.

Com base nos dados extraídos de estudos ecológicos da paisagem, Casemiro (2009) classifica a heterogeneidade da paisagem em dois tipos: 'micro', quando a distribuição dos tipos de elementos paisagísticos em torno de um ponto é semelhante em qualquer ponto da paisagem e heterogeneidade 'macro', quando o arranjo de elementos paisagísticos varia entre seções da área observada.

No entanto, nenhuma paisagem é completamente 'micro' ou 'macro', com misturas entre suas características, em especial quando falamos de Mata Atlântica. Além da análise da heterogeneidade, o estudo da configuração do espaço, estabelecendo parâmetros da ecologia da paisagem, é importante na caracterização da distribuição de elementos paisagísticos.

Por definição, a configuração da paisagem é a forma como fragmentos florestais e suas características são distribuídas em uma determinada paisagem. Casemiro (2009) afirma que tudo está relacionado, no entanto, os objetos mais próximos estão mais relacionados do que os objetos mais distantes, essa afirmação se aplica a animais, sementes, calor, nutrientes, genes, além de inúmeras interações entre ecossistemas (COSTA, 2020). Assim, a junção do estudo da heterogeneidade e da configuração permite um diagnóstico preciso da ecologia da paisagem de Mata Atlântica.

O diagnóstico da heterogeneidade e a configuração da paisagem permitem o estudo aprofundado dos ecossistemas, sabendo que a energia e os nutrientes minerais fluem de um sistema para outro, dentro ou entre os ecossistemas. Por sua vez, analisando aspectos comportamentais, fica claro que as espécies podem apresentar movimentos direcionais para manchas em condições iguais ou semelhantes ao seu habitat original.

Da combinação desses estudos e seus dados é obtido o chamado princípio do 'fluxo espacial', útil não só para justificar estudos de ecologia da paisagem, mas também permitindo estimar quais ecossistemas considerar em termos de gestão e planejamento do território (COSTA, 2020). Essa preocupação é ainda mais especial

em áreas de Mata Atlântica, devido às suas fortes interações antrópicas e ao intenso processo de fragmentação (VARJABEDIAN, 2010; RUDOLPHO et al., 2013).

3.5 CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que a Ecologia da Paisagem, muito mais que uma nova área da Ecologia, constitui uma inovadora e interdisciplinar categoria de análise sistêmica, qualitativa, quantitativa e precisa, somando as múltiplas visões da ecologia ao conceito de cartográfica e ao *Geographic Information System* (GIS).

Essa abordagem da Ecologia da Paisagem permite uma maior compreensão de como um espaço geográfico vai se emoldurando ao longo do tempo e quais as ações para que essas mudanças sejam benéficas para a conservação dos ecossistemas preservados. O uso de métricas da paisagem traz à abordagem o uso de mapas e imagens de satélite, permitindo uma escala maior do estudo, seja cartográfica, espacial e/ou temporal, possibilitando a visualização da paisagem sob diferentes perspectivas.

Conclui-se que a ecologia da paisagem deve ser entendida como uma nova e promissora área da ciência e seu principal objeto de estudo, atualmente, são os padrões e as interações da paisagem e suas mudanças ao longo do tempo. Sob essa perspectiva, suas aplicações, indispensáveis no estudo da Mata Atlântica, são inegáveis e, por ser novo, mais estudos são necessários para melhorar técnicas e parâmetros aplicáveis. Um dos principais desafios da Ecologia da Paisagem hoje é criar extensões em *software* livre para popularizar ainda mais técnicas, especialmente a aplicação de métricas da paisagem.

4 ARTIGO 2: REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO AGRESTE PERNAMBUCANO: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, ENDEMISMO E ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

4.1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica detém, aproximadamente, 8% da biodiversidade vegetal no mundo (SILVA; CASTELETTI, 2005). No território brasileiro estima-se que existam mais de 15.001 espécies de angiospermas, com quase 50% delas sendo consideradas endêmicas da Mata Atlântica (FERREIRA, 2015).

Diversa em sua composição e organização (TABARELLI et al., 2005), o Bioma Mata Atlântica é considerado um mosaico dos mais variados tipos de vegetação, variando em suas formações florestais, ecossistemas e grande número de espécies (STEHMANN et al., 2009; FERREIRA, 2015).

A Mata Atlântica é mundialmente reconhecida como um *hotspot* de biodiversidade, em virtude dos importantes níveis de riqueza e endemismo, em fauna e sobretudo flora, associado ao desmatamento ocorrido no passado contemporâneo (MITTERMEIER et al., 2004; STEHMANN et al., 2009).

No Estado de Pernambuco, Ferreira (2015) afirma que os fragmentos de Mata Atlântica são, em sua maioria, pequenos em tamanho e irregulares quanto às suas formas. No Agreste de Pernambuco, Tabarelli (2005) e Ferreira (2015) observaram que a maioria dos fragmentos florestais são menores que 10 ha, enquanto uma pequena parcela, cerca de 10%, são maiores que 100 ha.

Estes pequenos fragmentos de Mata Atlântica pernambucana estão cercados por áreas agrícolas, apresentando baixa chance de uma persistência a longo prazo (GALINDO-LEAL, 2005). Em São Vicente Férrer essa realidade não é diferente, conforme Leite (2011) e Capobianco (2001), o município apresenta vegetação de Caatinga na maior parte de seu território, entretanto, mais de 2.000 ha do município estão inseridos no Domínio da Mata Atlântica.

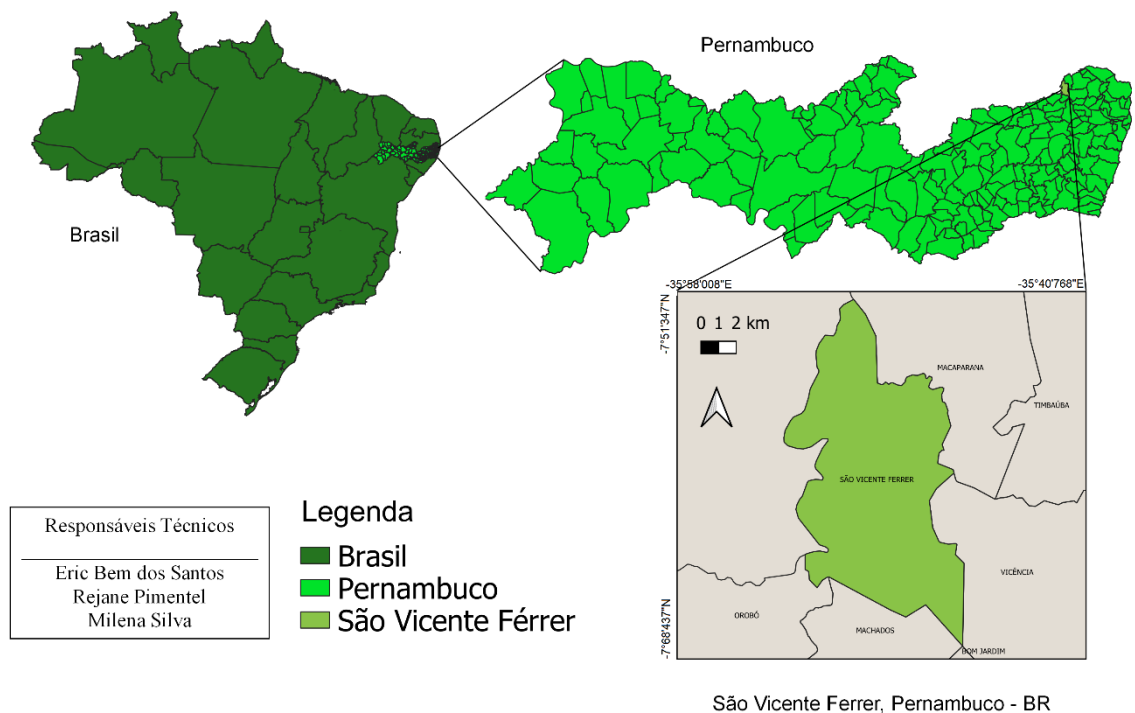
O município de São Vicente Férrer ocupa uma área de 11.400 ha, com, aproximadamente, 18.018 habitantes e tem fronteira com os municípios de Natuba, Macaparana e Vicência (CIDADES BRASILEIRAS, 2021), como pode ser visto na Figura 1. De acordo com o sistema oficial para mapeamento e classificação da

vegetação brasileira (VELOSO et al., 1991), no município, dentre os ecossistemas de Mata Atlântica, predomina uma Floresta Ombrófila Densa Montana.

Segundo Ferreira (2015), a relevância biológica dos pequenos fragmentos, como os existentes em São Vicente Férrer, tem sido raramente considerada nas políticas de conservação em termos de riqueza e importância geográfica para preservação sobretudo das espécies endêmicas ou ameaçadas.

Nesse sentido, foi realizada uma revisão da literatura das mais diversas áreas, trazendo informações de composição florística, endemismo e espécies ameaçadas de extinção do município para que seja elucidada a importância na inclusão de medidas de conservação da biodiversidade em nível municipal, estadual ou mesmo federal.

Figura 7 - Mapa de Localização de São Vicente Férrer em Pernambuco, Brasil



Fonte: Santos, E. B. (2021)

4.2 METODOLOGIA

De acordo com Gil (2019), o estudo classifica-se como bibliográfico, do tipo revisão de literatura, quanto aos meios, e exploratório e descritivo quanto aos fins. Seu desenvolvimento envolveu um levantamento de publicações de caráter científico,

como artigos, dissertações, teses e livros - além de documentos oficiais (nacionais, estaduais e municipais).

Foram considerados, para todos os anos e áreas temáticas, em cujos títulos, resumos e palavras-chave constassem uma abordagem pertinente à caracterização e à biodiversidade da Mata Atlântica de São Vicente Férrer. Desses estudos foram extraídas informações da vegetação do bioma supracitado, referente ao período entre 2000 e 2021, considerando operadores booleanos/filtros.

A pesquisa envolveu um levantamento dos estudos publicados nas plataformas: SciELO, Web of Science, SCOPUS, GeoRef, Science Direct. Esses bancos de dados foram escolhidos em função de sua abrangência e importância. Os estudos são do período entre 1990 e 2021, considerando operadores booleanos e filtros em inglês e português, não restringindo área temática. As palavras-chave pesquisadas foram: “Mata Atlântica”, “Floresta Atlântica”, “São Vicente Férrer” e “Atlantic Forest”.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos estudos de Pietrobon e Barros (2002; 2006), Pôrto e Germano (2002), Pôrto et al. (2004), Lucena (2009), Leite (2011) e Ferraz e Rodal (2006), a flora dos remanescentes de Mata Atlântica de São Vicente Férrer apresenta um conjunto florístico diferenciado das demais florestas ombrófilas montanas e de terras baixas pernambucanas.

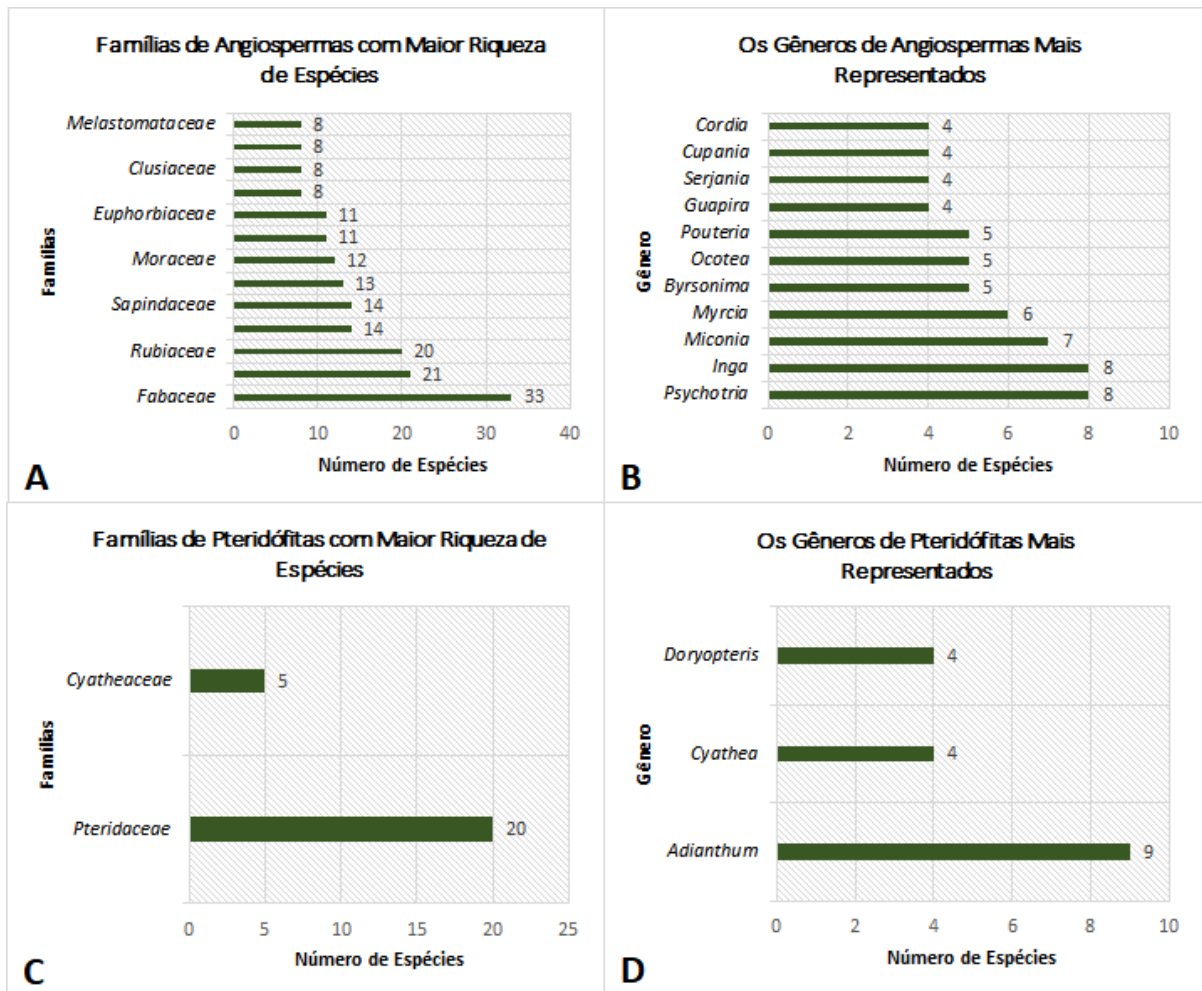
Das angiospermas, as famílias com maior riqueza de espécies são: Fabaceae, com trinta e três espécies, Myrtaceae, com vinte e uma espécies, Rubiaceae, com vinte espécies, Lauraceae, com quatorze espécies, Sapindaceae, com quatorze espécies, Sapotaceae, com treze espécies, Moraceae, com doze espécies, Apocynaceae, com 11 espécies, Euphorbiaceae, com 11 espécies, Meliaceae, com oito espécies, Clusiaceae, com oito espécies, Burseraceae, com oito espécies e Melastomataceae, com oito espécies (LEITE, 2011); esses números podem ser vistos na Figura 2A.

Os gêneros de angiospermas com maior representatividade são: *Psychotria*, com oito espécies, *Inga*, com oito espécies, *Miconia*, com sete espécies, *Myrcia*, com seis espécies, *Byrsonima*, *Ocotea* e *Pouteria*, com cinco espécies em cada um. Registram-se também os gêneros *Guapira*, *Cupania*, *Serjania* e *Cordia*, com quatro

espécie em cada um (LUCENA, 2009; LEITE, 2011), como pode ser visto na Figura 2B.

Considerando as famílias de pteridófitas, encontramos: Pteridaceae, com 20 espécies, e Cyatheaceae, com cinco espécies e maior representatividade – conforme expresso na Figura 2C. Por sua vez, *Adiantum*, com nove espécies, *Cyathea* e *Doryopteris*, com quatro espécies em cada uma, são os gêneros mais ricos quanto ao número de espécies, como pode ser visto na Figura 2D. Dentre os vegetais avasculares, as famílias Lejeuneaceae e Calymperaceae apresentaram quatro espécies, e as demais famílias de uma a duas espécies em cada uma, assim como os demais gêneros registrados (PÔRTO et al., 2004; LEITE, 2011).

Figura 8 – Distribuição de espécies vegetais, a partir de dados de levantamentos florísticos realizados no município de São Vicente Férrer (PE), no período de 2000 a 2021.



Fonte: Ferraz, E. M. N.; Rodal, M. J. N. (2006); Santos, A. M. M. (2006); Stehmann et al (2009); Leite, M. S (2011).

Legenda: A. Famílias de Angiospermas com maior riqueza de espécies; B. Gêneros de Angiospermas mais representados; C. Famílias de Pteridófitas com maior riqueza de espécies; D. Gêneros de Pteridófitas mais representados.

Estão presentes em São Vicente Férrer 18 espécies endêmicas da Mata Atlântica brasileira, estando quatro delas restritas às áreas ao norte do Rio São Francisco (SANTOS, 2006; STEHMANN et al., 2009; LEITE, 2011). Entre as endêmicas, destacam-se *Tovomita mangle* G. Mariz (Clusiaceae) e *Viola gardneri* (A. DC.) Warb. (Myristicaceae), que se enquadram entre as quatro espécies mais importantes na estrutura da comunidade florestal local (FERRAZ; RODAL, 2006).

No município, Ferraz e Rodal (2006) registraram sete espécies de angiospermas ameaçadas de extinção, chamando a atenção para o registro da espécie arbórea *Symplocos* cf. *neglecta* Brand (Symplocaceae), considerada como presumivelmente extinta. Foi registrada a presença de cedro *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), de pau-amarelo *Plathymenia foliolosa* Benth. (Fabaceae) e de *Banara brasiliensis* (Schott) Benth. (Flacourtiaceae), espécies da categoria vulnerável à extinção (MMA, 2008; LEITE, 2011). Na categoria em perigo de extinção, registram-se o jacarandá-branco *Swartzia pickelii* Killip ex Ducke (Fabaceae) e as Bromeliaceae *Canistrum aurantiacum* E. Morran e *Cryptanthus zonatus* (Vis. ex Otto) Beer (MMA, 2008; LEITE, 2011).

4.4 CONCLUSÃO

Considerando a riqueza multifuncional da Mata Atlântica presente em São Vicente Férrer, e a extrema importância biológica, em níveis local e regional, urgem ações de conservação da biodiversidade, sendo fundamental a realização de pesquisas como esta, contribuindo com informações sistematizadas, viabilizando a visualização de sua importância.

Além disso, é de grande necessidade o desenvolvimento de novas pesquisas de caráter ecológico-vegetal para a promoção do uso sustentável de recursos naturais e do ecoturismo, com o respaldo e uso de instrumentos legais de proteção.

Levando-se em consideração as espécies endêmicas e espécies ameaçadas de extinção, sobretudo a *Symplocos* cf. *neglecta* Brand (Symplocaceae), recomenda-se a construção de um programa de reprodução e repovoamento destas espécies na natureza, como medidas essenciais para impedir sua completa extinção.

5 ARTIGO 3: DIAGNÓSTICO DA FRAGILIDADE DE FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA EM FUNÇÃO DE AÇÕES ANTRÓPICAS

5.1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica tem uma grande importância no equilíbrio ambiental, estando sua presença ligada a amenização do microclima, regulação hidrológica, preservação de encostas, produção de oxigênio e captura de CO₂, manutenção dos recursos naturais, contribuição à variabilidade genética e decomposição de resíduos (DANTAS et al., 2017; CAMPANILI; SCHÄFFER, 2010).

Entretanto, a degradação da Mata Atlântica ocorre de forma contínua, sobretudo em consequência do crescimento espacial das atividades antrópicas como os usos rurais e urbanos (DANTAS et al., 2017; MOREIRA, 2020; SOS MATA ATLÂNTICA, 2016), haja vista que se estima que 72% da população brasileira vive nas imediações e dependências da Mata Atlântica ou em áreas antes ocupadas pelo domínio. Por consequência dessa dinâmica espacial ocorre a fragmentação e supressão desta vegetação, ocasionando perdas irreparáveis na biodiversidade e uma série de problemas relativos à sua manutenção (DANTAS et al., 2017; REZENDE, 2018).

O município de São Vicente Férrer com, aproximadamente, 18.018 habitantes tem uma área de 114km² (CIDADES BRASILEIRAS, 2021) sendo considerado um município de pequeno porte. Segundo Lopes, Henrique (2010) e SOS Mata Atlântica (2020) municípios brasileiros de pequeno e médio porte têm sido palco de intensas modificações no uso e ocupação do solo, sobretudo nas últimas quatro décadas, pela expansão urbana e pelo desenvolvimento de atividades rurais. Municípios como São Vicente Férrer têm ganhado destaque em estudos da estrutura da paisagem, uma vez que as políticas públicas, a economia, as políticas ambientais, entre outros aspectos, reverberam na configuração espacial e sinalizam possibilidades de futuros conflitos e degradações (JOLY et al., 2014; LEMBI, 2020).

Municípios de pequeno porte, como São Vicente Férrer - PE, são detentores de fragmentos de Mata Atlântica que, sem monitoramento e ações concretas para frear as mais variadas formas de exploração, podem ser suprimidos da paisagem, com grandes custos aos serviços ambientais e ecossistêmicos, com perdas na qualidade de vida e economia regional (LOPES; HENRIQUE, 2010).

A ecologia da paisagem unida as geotecnologias, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e sensoriamento remoto, são um grande avanço nos métodos e técnicas aplicados no estudo e diagnóstico dos ecossistemas (DANTAS, 2017; COSTA, 2020), norteando o estudo em escala espacial local e global reduzindo os custos e o uso de mão de obra nos levantamentos de campo, trazendo mais segurança aos pesquisadores, além de permitir uma análise integrada e de maior precisão de características como os padrões de fragmentação isolamento e conectividade ocasionadas pelas atividades antrópicas e como essas influenciam nos processos ecológicos dos remanescentes florestais (PELLEGRINO et al., 2006).

Os resultados da presente pesquisa foram obtidos por meio dessa união da ecologia da paisagem com as geotecnologias. Segundo Porto (2004) a ecologia de paisagem é o estudo visual e espacial do ambiente, envolvendo áreas como a biogeografia e fitogeografia. Estudos na área da ecologia da paisagem proporcionam uma conexão analítica entre os sistemas naturais e antrópicas, permitindo a compreensão das interrelações entre o homem e suas atividades, consolidando uma visão integradora e sistêmica (FAHRIG, 2021).

Segundo Dantas (2017), o estudo da ecologia de paisagem pode ser segmentado em três focos: 1) Estrutura, 2) Função, e 3) Desenvolvimento e Mudança. A presente pesquisa dá ênfase à estrutura dos fragmentos de mata. Para realizar essa quantificação surge as métricas que são uma série de procedimentos em geoprocessamento, que fornece dados para o estudo da paisagem em variadas escalas, tendo um papel de relevância nesse tipo de análise (DANTAS, 2017; LEMBI, 2020). Nessa perspectiva, a pesquisa objetivou realizar o diagnóstico da fragilidade de fragmentos de Mata Atlântica em função de ações antrópicas em seu entorno.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área de estudo

São Vicente Férrer (Latitude: 7° 35' 26" Sul, Longitude: 35° 29' 30" Oeste) tem área de 114 km², com, aproximadamente, 18.018 habitantes. Possui fronteira com os municípios de Natuba, Macaparana e Vicência (CIDADES BRASILEIRAS, 2021), como pode ser visto na Figura 1. Está localizado a uma altitude que varia de 600 a 640 metros, possuindo clima quente e úmido (As'), com chuvas de outono-inverno e

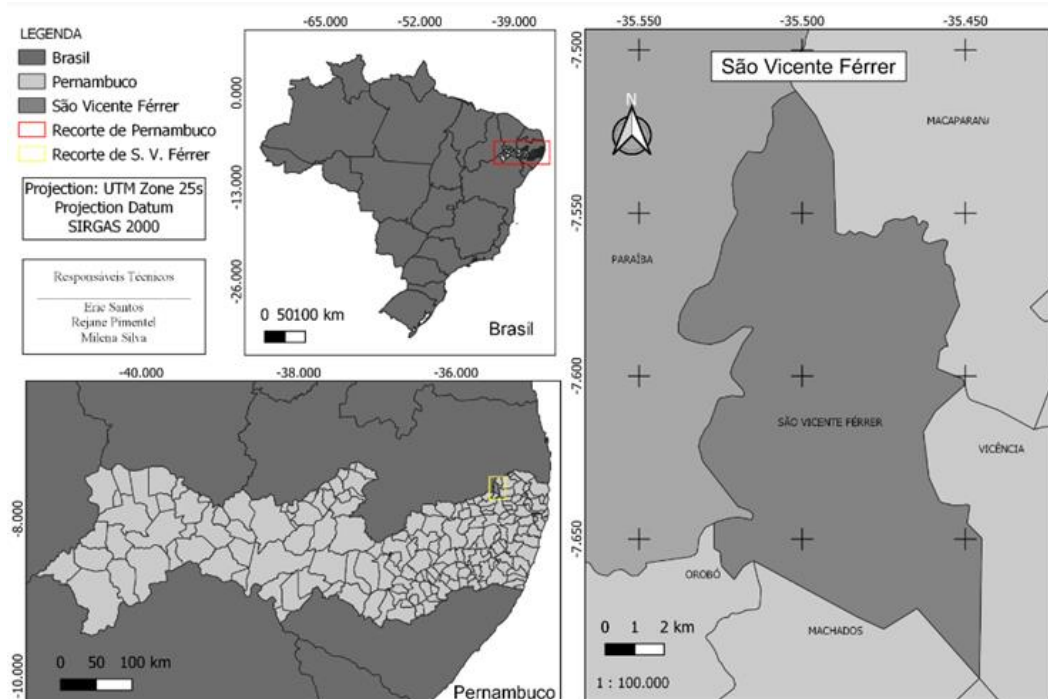
temperatura média anual de 24,1°C (FERRAZ; RODAL, 2006). Conforme os dados do sistema oficial para mapeamento e classificação da vegetação brasileira (VELOSO et al., 1991), no município os ecossistemas de Mata Atlântica predominantes são Floresta Ombrófila Montana e Floresta Ombrófila de Terras Baixas.

Segundo Ferreira (2015), os remanescentes florestais de Mata Atlântica de Pernambuco são, em sua maioria, pequenos e irregulares em forma. Conforme Tabarelli (2005) e Ferreira (2015), a maioria dos fragmentos florestais do Agreste de Pernambuco são menores que 10ha, enquanto um pequeno grupo, cerca de 10%, são maiores que 100ha.

Grande parte desses pequenos fragmentos de Mata Atlântica do Agreste pernambucano estão cercados por áreas agrícolas (GALINDO-LEAL, 2005). Em São Vicente Férrer essa realidade também predomina. Segundo Leite (2011) e Capobianco (2001), o município tem vegetação de Caatinga em grande parte do território, entretanto há 2.000ha de sua área inserida no Domínio da Mata Atlântica.

De acordo com Ferreira (2015), a relevância ambiental dos pequenos fragmentos de mata, como os presentes em São Vicente Férrer, tem sido raramente considerada nas ações de conservação. Esses fragmentos são de grande importância geográfica e fundamentais para conservação da riqueza na preservação sobretudo das espécies endêmicas ou ameaçadas (SANTOS, SILVA, ALBUQUERQUE, 2021).

Figura 9 – Mapa de Localização do Município de São Vicente Férrer em Pernambuco, Brasil



Fonte: Santos, E. B. (2022)

5.2.1.1 Composição Florística dos Fragmentos Analisados

Os dados referentes a composição florística de São Vicente Férrer mostram que os remanescentes de Mata Atlântica do município apresentam características peculiares, diferenciado das demais florestas ombrófilas montanas e de terras baixas de Pernambuco e até mesmo do Brasil afirma Ferraz e Rodal (2006). Registra-se no município 476 espécies vegetais, destas 348 são angiospermas, 95 pteridófitas e 33 briófitas (LUCENA, 2009; LEITE, 2011; PIETROBOM; BARROS, 2002; 2006; PÔRTO; GERMANO, 2002; PÔRTO et al., 2004).

Das espécies encontradas, dezoito espécies são endêmicas da Mata Atlântica brasileira, sendo quatro dessas restritas a áreas ao norte do Rio São Francisco (LEITE, 2011; SANTOS, 2006; STEHMANN et al., 2009). Conforme Ferraz e Rodal (2006) e dados do MMA (2008), foram registradas no município sete espécies de angiospermas ameaçadas de extinção, destas, chama mais atenção o registro da espécie arbórea *Symplocos cf. neglecta* Brand (Symplocaceae), haja vista que a espécie está registrada como presumivelmente extinta (FERRAR; RODAL, 2006; MMA, 2008).

Outrossim, o município de São Vicente Férrer possui também os únicos registros de ocorrência para a Mata Atlântica ao norte do Rio São Francisco de nove espécies de angiospermas, que podem ser consideradas, segundo Leite (2011), vulneráveis à extinção a nível regional e segundo Santos (2006), destas, cinco oferecem recursos aos animais frugívoros sendo fundamentais para manutenção da fauna.

5.2.2 Mapeamento dos Componentes da Paisagem

Na construção da presente pesquisa foi utilizado a metodologia de fotointerpretação em imagens de satélites. Para escolha das imagens utilizadas, foi considerado que o registro fosse o mais recente e o mais antigo possível e possuísse baixa cobertura de nuvens, pesquisando as imagens com coberturas menores que vinte por cento (<20%). As imagens adquiridas são dos satélites *Landsat 5* e *Landsat 8*, disponíveis no catálogo de imagens do *United States Geological Survey: Earth Explorer*, referentes ao dia 28 de julho de 1984 e 23 de janeiro de 2021, respectivamente. De acordo com os dados da Sessão de Índices Pluviométricos do

Instituto Agrônomo de Pernambuco, o acumulado de precipitação dos últimos 60 dias antes do registro *Landsat* utilizado são de 251,6mm, em 1984, e 116.6mm, em 2021.

Para maior precisão da vetorização (SILVA, 2009), foi aplicado no Software SPRING 5.5.6, o realce nos três canais do espectro visível. Adiante, foram vetorizadas as áreas correspondentes ao uso rural, área edificada, corpos hídricos, solo exposto e vegetação remanescente (Floresta Ombrófila Montana e Floresta Ombrófila de Terras Baixas), por meio de fotointerpretação, baseando-se nos caracteres de rugosidade e coloração compatíveis com os alvos, conforme adotado por Matias (2020). Essa vetorização foi feita no *Qgis* 3.16.5 e os arquivos foram salvos em *shapefile* *‘.shp’*.

5.2.3 Métricas da paisagem

Aplicando as fórmulas de Lang e Blaschke (2009), foram realizados os cálculos das métricas da paisagem. As métricas utilizadas na pesquisa foram área, núcleo, borda e proximidade.

Considerado o parâmetro mais próximo da realidade e mais difundido entre os pesquisadores, a Área é utilizada para calcular muitas outras medidas que são efetuadas de forma direta ou indiretamente sobre seus dados (SANTOS; ROCHA, 2020). O parâmetro espacial “área” detém uma grande importância do ponto de vista ecológico, sobretudo relacionada à análise de outros atributos (LANG; BLASCHKE, 2009; BENNETT, 2003).

O contato direto com uma determinada matriz antrópica, forma nos remanescentes florestais a “borda” que promove alterações nos parâmetros físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas, caracterizando o chamado efeito de borda (SANTOS; ROCHA, 2020).

Por sua vez, considere-se núcleo os espaços no interior dos fragmentos de mata, excetuando-se as áreas de borda. O cálculo do núcleo é importante porque os fragmentos que não apresentaram possuem um maior nível de fragilidade e elevada susceptibilidade a ações antrópicas (DANTAS et al., 2017). Uma das consequências da fragmentação florestal é o aumento do grau de isolamento das espécies, do ponto de vista ecológico, assim é importante mensurar a proximidade, trazendo o grau de isolamento da paisagem (SILVA; SOUZA, 2014).

Segundo Lang e Blaschke (2009), para o cálculo da dessas métricas foram utilizadas as fórmulas do Quadro 2.

Quadro 1 – Formulas para o cálculo das métricas da paisagem

Métricas	Fórmulas
Área	$0,5 \cdot \sum (x_{i+1}-x_i) (y_{i+1}+Y_i)$
Borda	$\sum \sqrt{((x_{i+1}-x_i)^2+(y_{i+1}+Y_i)^2)}$
Núcleo	$[0,5 \cdot \sum (x_{i+1}-x_i) + (y_{i+1}+Y_i)] - [\sum \sqrt{((x_{i+1}-x_i)^2 + (y_{i+1}+Y_i)^2)}$
Proximidade	$\sum A_i/d_i$

x, y = coordenadas geográficas; A = área; D = distância do i-ésimo primeiro (ponto de apoio do fragmento analisado).

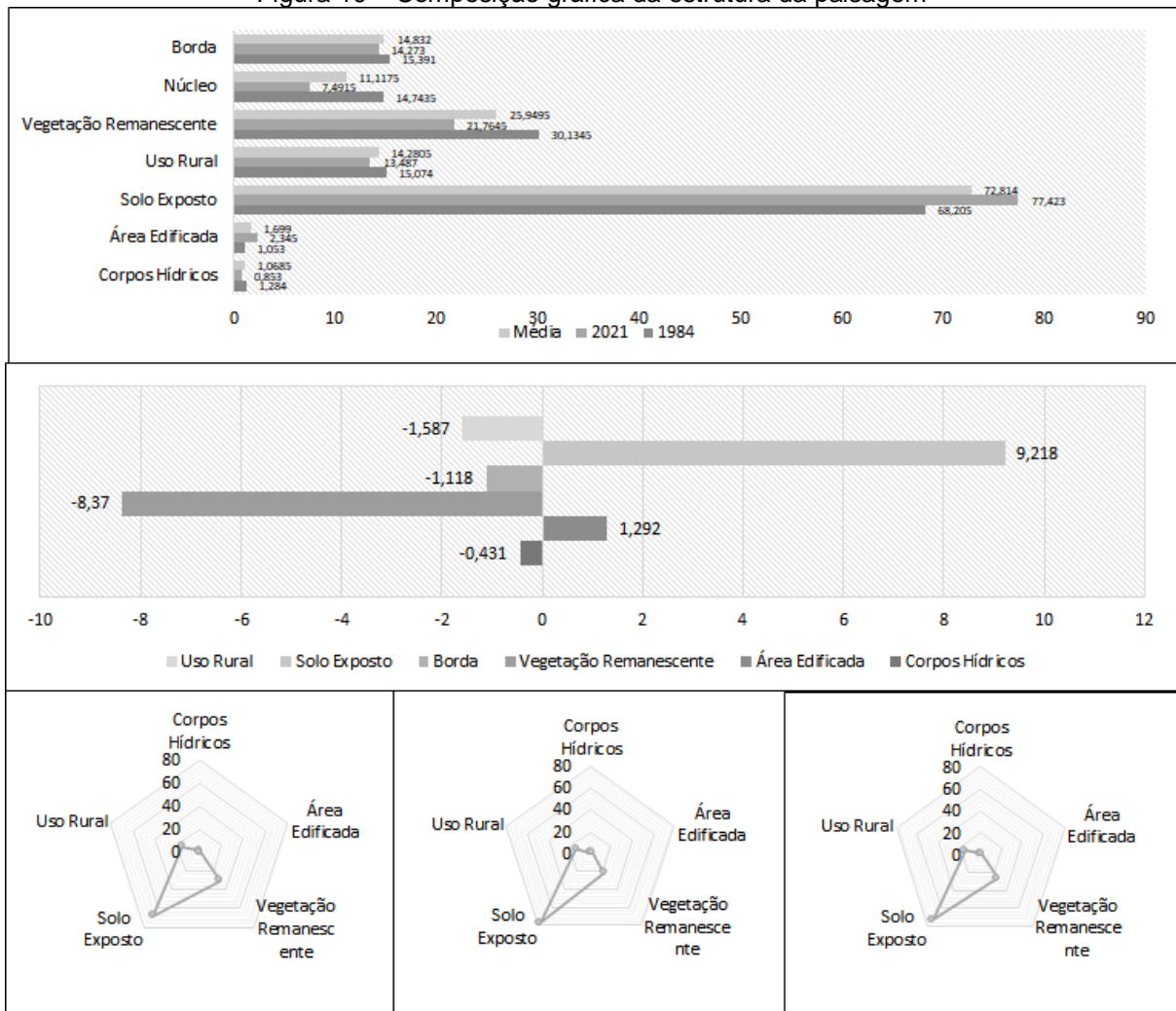
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Estrutura da Paisagem

Na fotointerpretação realizada das imagens do Município de São Vicente Férrer, para os anos de 1984 e 2021 houve predomínio de solo exposto (Figura 3CE), correspondendo a 58,92% e 66,81% da área total do Município, respectivamente, com área média de 72,82km² (Figura 3E). Observa-se na Figura 3 que a predominância e expansão das áreas de solo exposto pode estar associada ao histórico de práticas agrícolas e pecuárias. Esse percentual de solo exposto mostra um preocupante indicador da antropização no município, haja vista que no texto intitulado “Metodologia para identificação de processos de desertificação”, por Vasconcelos Sobrinho (1978), é destacado o solo exposto entre os indicadores edáficos mais importantes para a identificação de terras suscetíveis à desertificação.

Quando comparadas (Figura 3 [A]), a paisagem em 1984 destaca-se por um maior uso rural, correspondendo a 13,02% da área total do município; em 2021, o uso rural representa 11,63%, sendo perceptível a extinção (-1,39%) e o deslocamento de algumas áreas, com área média de 14,28 km² (Figura 3 [E]). Essa extinção e deslocamento podem estar associados ao empobrecimento do solo, erosão, entre outras consequências da monocultura, predominante nas práticas do município, segundo Leite (2011).

Figura 10 – Composição gráfica da estrutura da paisagem

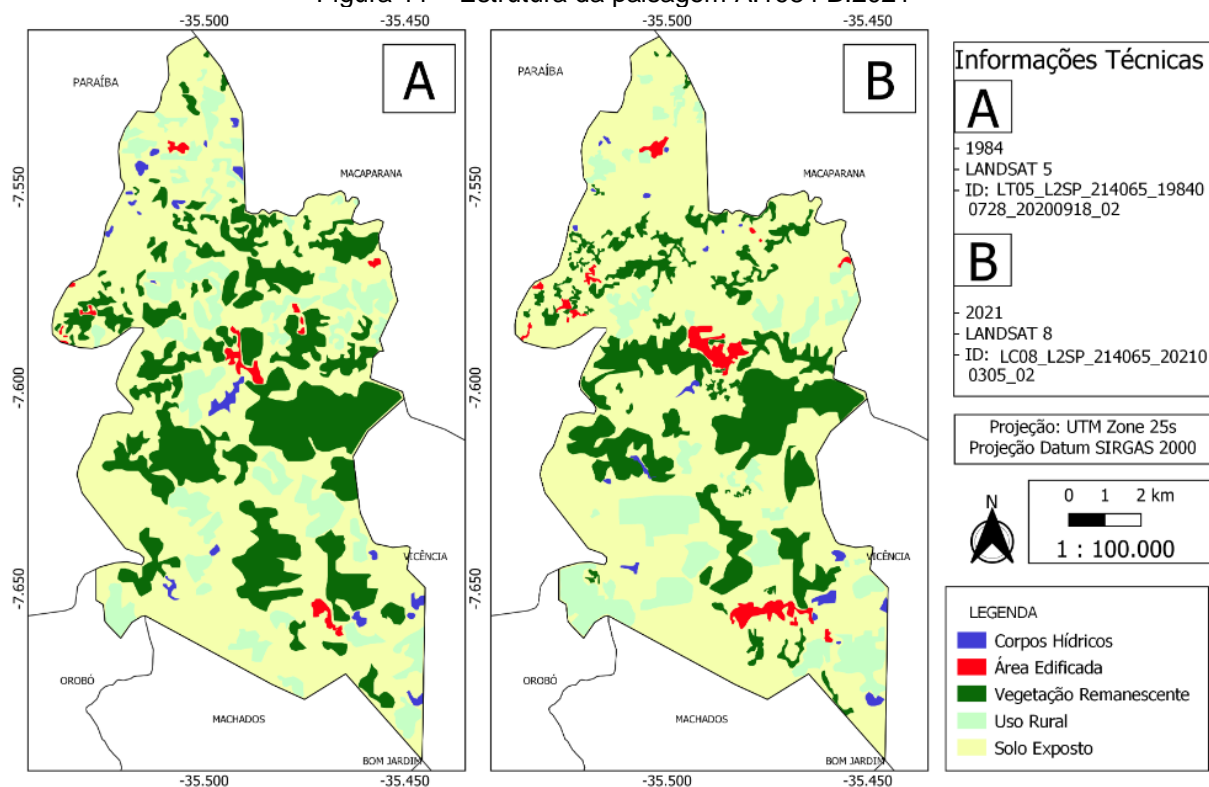


Fonte: Santos, E. B. (2022)

Por sua vez, houve ampliação da área construída, de 0,90% para 2,02% da área total do município no intervalo de 1984 a 2021 (Figura 3 [D]), que obteve uma área média de 1,69km² (Figura 3 [E]). Além do crescimento do núcleo central do município, onde se localiza a prefeitura e os principais órgãos públicos, é expressivo o aumento no núcleo localizado mais ao sul do município, Siriji, cortado pelas rodovias PE-089 e PE-074.

Mesmo com um tímido crescimento, se comparado com outros municípios do agreste pernambucano, de 1,12% nesse intervalo de 37 anos (Figura 4), São Vicente Férrer faz parte do grupo de municípios que possuem uma importante área de Mata Atlântica preservada (TABARELLI; SILVA, 2002) e esse crescimento urbano pode representar uma futura ameaça à conservação desses ecossistemas preservados, conforme classificaram Lembi et al. (2020).

Figura 11 – Estrutura da paisagem A.1984 B.2021



Fonte: Santos, E. B. (2022)

Entre as principais mudanças verificadas entre 1984 e 2021, destaca-se a diminuição, em área, do corpo d'água localizado próximo ao núcleo urbano. Mesmo com o aumento das áreas de vegetação natural em seu entorno, a diminuição é expressiva e pode estar associada ao aumento da população e consequente maior uso dos recursos hídricos.

Segundo Pérez (2021), o número de indivíduos de uma determinada população tem forte ligação com a qualidade e sobretudo com a manutenção e conservação de um corpo d'água. No município de São Vicente Férrer essa tese é reforçada se observarmos que nesse intervalo de trinta e sete anos a área construída aumentou 1,12%, e por sua vez os corpos d'água diminuíram 0,37%, saindo de 1,10% para 0,73% da área total do município.

Apesar de um ligeiro aumento em área da vegetação natural na parte central do município, próximo ao núcleo urbano municipal, considerando a área total do município. Os dados mostram que as áreas florestais tiveram uma redução de 7,25%, em 1984 as áreas de Mata Atlântica preservada representavam 26,03% e em 2021 esse representa apenas 18,78%, com área média de 25,94 km². Essa diminuição é ainda mais expressiva se observado as métricas da paisagem discutidas a seguir.

5.3.2 Métricas da Paisagem

Analisando, especificamente, a vegetação de Mata Atlântica São Vicente Férrer, considerando a diferença entre os anos de 1984 e 2021, constatou-se que a área total da classe vegetação remanescente foi de 30,13 km² para 21,76 km², correspondendo a uma redução de 27.77% da área total de matas preservadas. Conforme os dados em 1984, a Mata Atlântica representava 26,03% da área total do município, em 2021 esse percentual foi reduzido para 18,78%, uma redução de 7,25%.

Uma circunstância a ser ponderada é que essa vegetação se encontra fragmentada, das mais diferentes formas, tamanhos e consequentemente dos mais variados níveis de susceptibilidade aos impactos antrópicos, associados aos parâmetros da Ecologia da Paisagem.

Como previamente apresentado no tópico anterior, a redução da vegetação de Mata Atlântica no município no período analisado pode ser atribuída à demanda por solo desnudo para manutenção e expansão das atividades agrícolas, bem como, uma menor parcela dessa responsabilidade é associada à implantação de equipamentos urbanos. Assim, os tópicos a seguir trarão um diagnóstico da vegetação, norteado pelas métricas da paisagem.

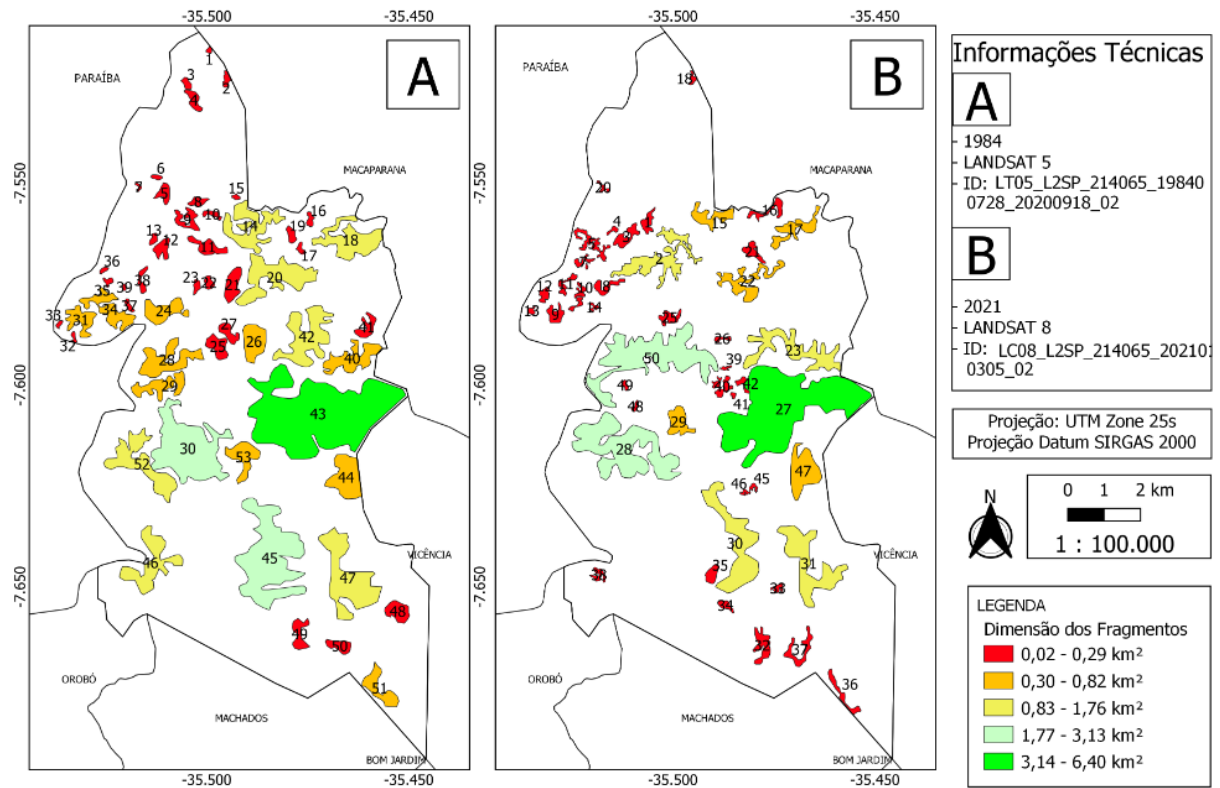
5.3.2.1 Fragmentos e Área

O número de fragmentos existentes em uma paisagem pode determinar entre outros dados o número de subpopulações que compõem uma população espacialmente dispersa, logo, esse dado é de fundamental importância para o monitoramento e estudo das espécies endêmicas e ameaçadas, como as existentes em São Vicente Férrer. Além do número de fragmentos, o tamanho é também um parâmetro indispensável, estando diretamente relacionado à qualidade do ecossistema (FAHRIG, 2021).

A área de estudo apresentou diferenças em número e dimensão dos fragmentos. Em 1984 (Figura 5 [A]), existiam 52 fragmentos de Mata Atlântica, destacando-se os fragmentos nº 30, nº 45 (variando entre 1,77 km² a 3,13 km²) e com maior extensão o nº 43, com extensão de 6,40km². Ainda em 1984, é perceptível

que os fragmentos de menor porte (0,02 – 0,29 km²) estavam pulverizados na região norte e um pouco ao centro do município.

Figura 12 – Fragmentos e área em A.1984 e B.2021



Fonte: Santos, E. B. (2022)

Em 2021 (Figura 5 [B]) são 48 fragmentos, que, juntos, representam uma área de 21,76 km², evidenciando uma supressão da vegetação nativa que não foi acompanhada da fragmentação dos remanescentes restantes. No caminho contrário ao processo mais comum da fragmentação para a supressão (DANTAS, 2017), em alguns pontos de São Vicente Ferrer houve a junção de fragmentos que em 1984 apareciam fragmentados.

Assim é importante pontuar que a diminuição no número de fragmentos do município não pode ser completamente atribuída a supressão, mesmo que essa se fizesse presente sobretudo nos maiores fragmentos. Um outro aspecto importante dessa junção é o fato de que não há registros de ações de recuperação no município, ou seja, podemos afirmar que o ocorrido foi regeneração natural. Esse processo de regeneração natural pode estar associado ao abandono de áreas agricultáveis, tendo em vista a distribuição dessa atividade na Figura 5A.

Destacamos, em 2021, as dimensões dos fragmentos. É perceptível que o maior fragmento (nº 27) em 2021 tem 3,14 km², evidenciando uma supressão em sua

vegetação, haja vista que em 1984 esse mesmo fragmento possuía uma área de 6,40 km², ou seja, 3,26 km² desmatados, 50,93% da área total do fragmento em 1984. Além disso, a supressão no fragmento n° 27 representa, isoladamente, 38,94% do desmatamento ocorrido entre 1984 e 2021, de 8,37 km².

Na região norte do município alguns fragmentos, sobretudo os de pequeno porte (0,02 – 0,29 km²), foram suprimidos e na mesma região chama atenção que onde antes era a área do fragmento 14 e 20 na Figura 5 [A], não há mais floresta, restando apenas os fragmentos 15 e 22 em 2021 (Figura 5 [B]). Por sua vez, na parte sul do município se destacasse a supressão ocorrida nos fragmentos 45, 47 e 51 Figura 5 [A], transformados nos fragmentos 30, 31 e 36 Figura 5 [B], consolidando uma expressiva expansão antrópica protagonizada pelo povoado de Siriji, cortado pela PE-074 e PE-089.

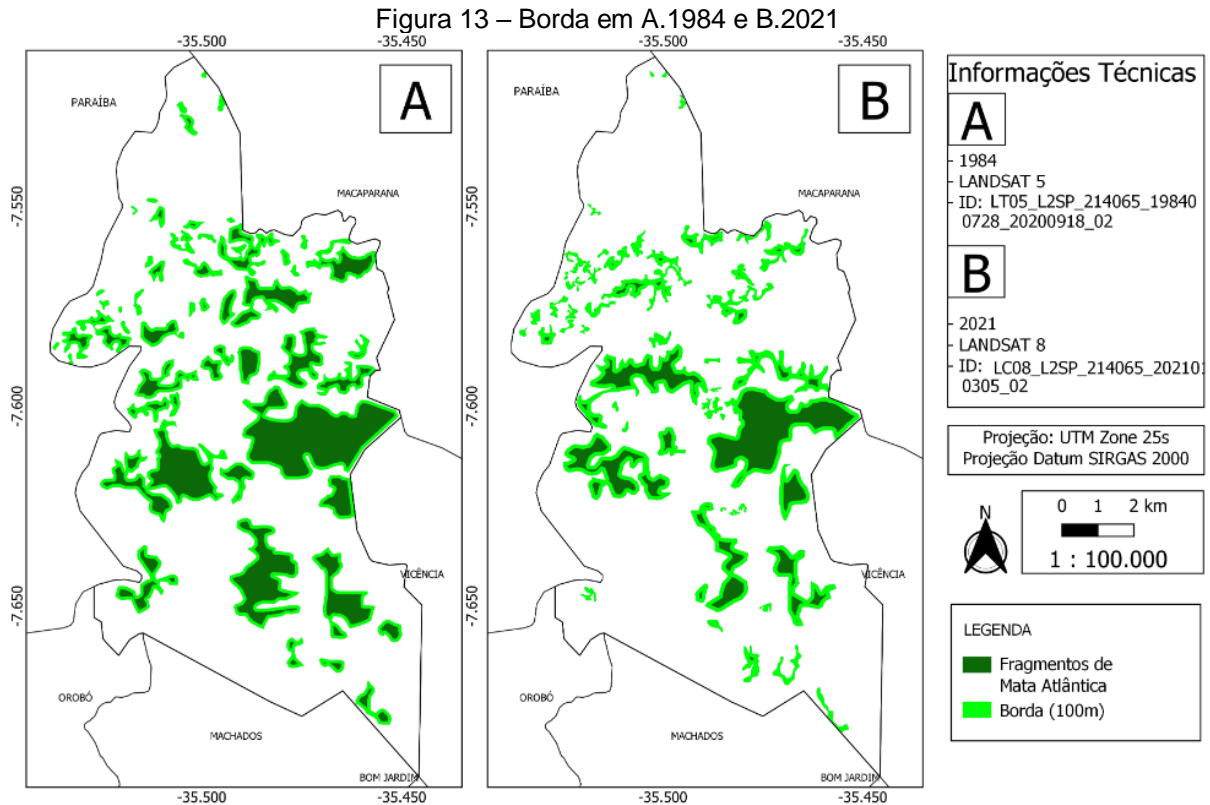
5.3.2.2 Borda e Núcleo

Além do número de fragmentos e da dimensão deles, é necessário analisar a borda, tendo em vista que esse aspecto afeta de forma significativa os organismos inseridos em um fragmento florestal, causando mudanças nas condições bióticas e abióticas (SILVA; SOUZA, 2014). Um princípio da teoria de biogeografia de ilhas é que reservas de biodiversidade devem minimizar a razão borda-área para maximizar a área de interior efetiva; esse princípio é corroborado por Casimiro (2009), quando apresentou alguns conceitos da Ecologia da Paisagem.

Mudanças físicas associadas ao surgimento de uma borda podem ter efeitos profundos em processos ecológicos, tanto para as espécies vegetais, quanto animais, variando entre espécies que evitam ou preferem esse tipo de ambiente. Alguns autores afirmam que fragmentos florestais de menor porte raramente são representativos do ponto de vista ecológico, podendo não haver muita variabilidade de habitat, entretanto o tamanho do fragmento é um fator importante para a dinâmica populacional, sobretudo vegetal. O efeito de borda pode potencializar ainda mais a redução da chamada “área efetiva” do fragmento para determinadas espécies, deixando os fragmentos pequenos sem papel efetivo.

Desse modo, os fragmentos, em 1984 Figura 6 [A], apesar de possuírem maior área de borda (15,39 km²) não representa o cenário mais alarmante se comparado com 2021 (Figura 6 [B]) que tem 14,27 km² de borda. Observa-se que a borda em 1984

corresponde a 51,07% da área total de Mata Atlântica, ou seja, mais da metade da área de preservada naquele período, um prelúdio do cenário delicado que se encontra os fragmentos do município em 2021, onde 65,57% da área total preservada é borda.



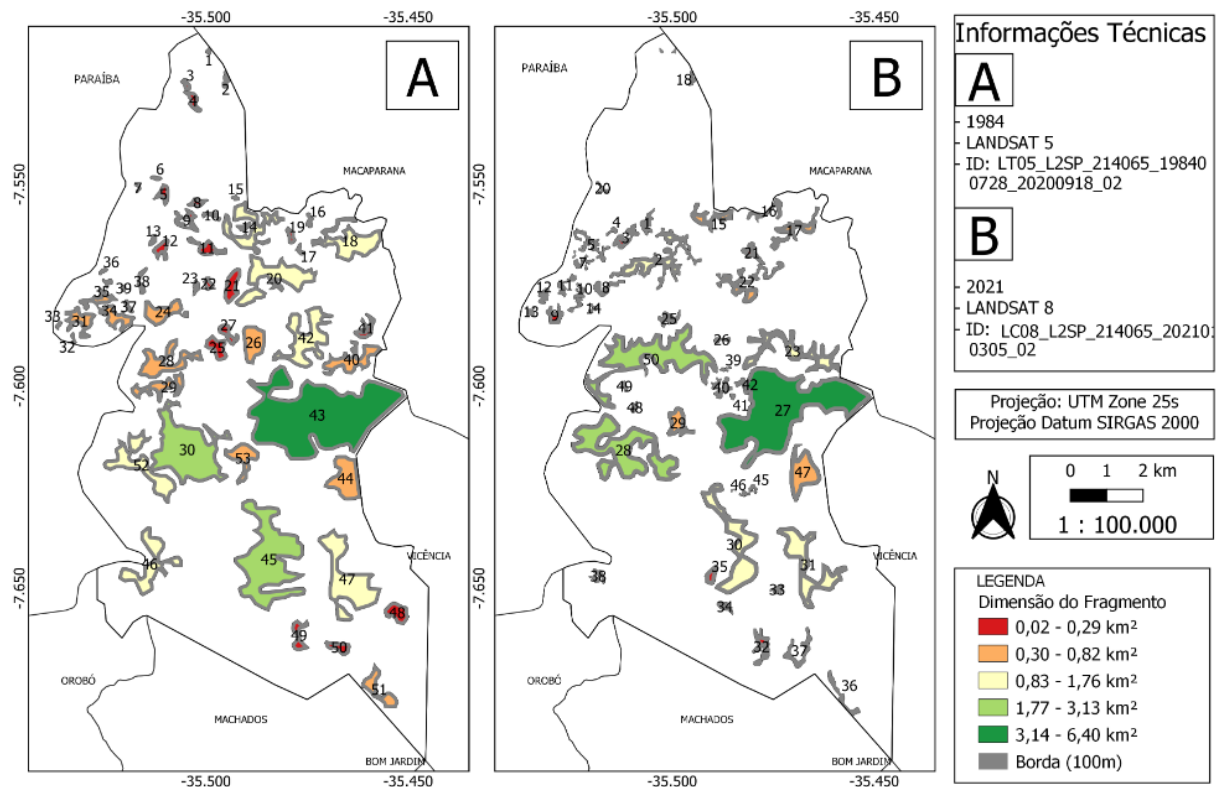
Fonte: Santos, E. B. (2022)

Um aspecto que preocupa, comparando os anos de 1984 e -2021, é o aumento perceptível de fragmentos sem núcleo. Esses fragmentos são consideravelmente mais vulneráveis se comparados aos demais, dificultando a conectividade entre os fragmentos, prejudicando a preservação de espécies que estão intrinsecamente ligadas a condições de interações genéticas delicadas. Conforme Figura 7 [A e B], fica evidente que alguns fragmentos, sobretudo na parte norte do município, houve supressão da vegetação, acompanhada da fragmentação de alguns ecossistemas preservados. Por consequência, o número de fragmentos com núcleo diminuiu consideravelmente, fadando grande parte dos remanescentes ao norte ao completo desaparecimento.

Comparando 1984 (Figura 7 [A]) com 2021 (Figura 7[B]), é notória a supressão de área que ocorreu em fragmentos de dimensão média como os de números 20 e 18, onde, em 2021 (Figura 7 [B]), se transformando em pequenos fragmentos (0,30 – 0,82 km²), e os fragmentos de números 21, 22 e 17 mostraram quase ausência total de núcleo. Essa constatação reforça a tese de que o efeito de borda não é o único

nem o mais preocupante agente degradador da Mata Atlântica preservada no município.

Figura 14 – Núcleo em A.1984 e B.2021



Fonte: Santos, E. B. (2022)

Frente aos dados apresentados, fica evidente a importância de uma conservação mais incisiva nos maiores fragmentos, haja vista que neles a garantia de melhores condições para as espécies endêmicas e ameaçadas de extinção são mais adequadas e propícias à continuidade da reprodução, representando uma garantia para a variabilidade genética e a fitossanidade dos indivíduos. Nesse sentido, até mesmo para a recuperação das áreas degradadas, esses fragmentos têm um papel importante na geração das mudas, transferências de serrapilheira, construção de corredores ecológicos, entre outras técnicas.

Comparando o fragmento 43 (Figura 7 [A]) com o fragmento 27 (Figura 7 [B]) é notório que a expressiva parte do desmatamento ocorrido entre 1984 e 2021 teve esse fragmento como foco. Essa análise evidencia a ausência de uma legislação que proteja esses fragmentos essenciais quanto à conservação, consequentemente a inexistência de um controle, fiscalização ou qualquer outra forma de impedir o desmatamento. Ademais, com o uso agrícola migrando para novas áreas, ainda não esgotadas do ponto de vista do solo, os fragmentos de Mata Atlântica, sem qualquer

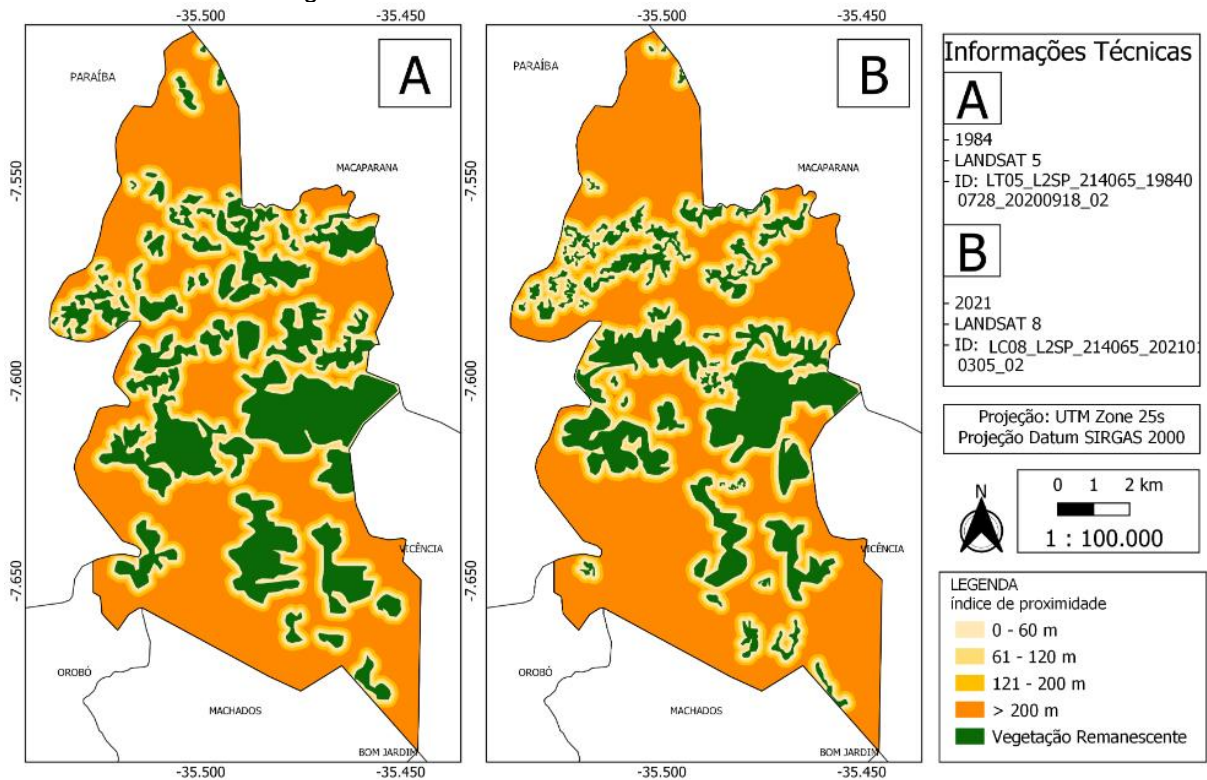
tipo de legislação que os proteja e sem uma maior conscientização por parte da população, se tornam alvos fáceis para o desmatamento.

5.3.2.3 Índice de Proximidade

O Índice de Proximidade é um parâmetro de suma importância para o estudo da ecologia da paisagem, medindo o chamado grau de isolamento da paisagem, considerando que, quanto menor a distância maior será a conectividade entre os fragmentos, por sua vez as maiores distâncias têm um efeito inverso. Entre outros aspectos, os fragmentos de mata mais próximos uns dos outros, têm maior probabilidade de interação genética, portanto, isto promove maior estabilidade e resiliência quanto aos processos ecológicos efetivos na paisagem (SILVA; SOUZA, 2014).

Esse parâmetro consegue fazer uma ligação entre outros parâmetros como área, núcleo, e efeito de borda. Do ponto de vista da ecologia da paisagem, o Índice de Proximidade se torna um fator determinante para a conservação das espécies ameaçadas e endêmicas no município. Isto funciona quase como uma tendência futura, permitindo inferir quais fragmentos estão mais propensos ao efeito de borda ou à regeneração (SILVA; SOUZA, 2014). Com base nesses pressupostos, e por meio do cálculo das métricas da paisagem, foi gerado o mapa da Figura 8.

Figura 15 – Índice de Proximidade em A.1984 e B.2021



Fonte: Santos, E. B. (2022)

É possível perceber que o chamado “grau de isolamento” aumentou em São Vicente Férrer, entre os anos de 1983 e 2021. Os fragmentos na parte sul do município mostraram um aumento expressivo na distância entre eles, uma clara consequência da supressão ocorrida em ambos. Entretanto, a proximidade foi um fator positivo e determinante para a regeneração e a consequente junção de uma série de fragmentos, como os de números 27, 28 e 29 (Figura 8 [A]), localizados na parte central do município, que se tornará o de número 50 em 2021 (Figura 8 [B]).

Um aspecto preocupante é a matriz do município, onde predomina o solo exposto (Figura 3 [C] e [E]), que correspondendo a 58,92%, em 1984, e 66,81%, em 2021, da área total do Município. Segundo Vasconcelos Sobrinho (1978), essa matriz não é positiva do ponto de vista da regeneração natural, nem da recuperação das áreas degradadas, tendo em vista que isto dificulta as interações ecológicas, tendendo a se transformar em uma área inutilizável e desértica.

5.4 CONCLUSÃO

Considerando a estrutura da paisagem e sua configuração frente à Mata Atlântica em São Vicente Férrer, a qual desempenha indispensáveis serviços

ecológicos, fica evidente a ausência de políticas públicas e ações de conservação. Comparando os anos de 1984 e 2021, percebe-se o declínio de parâmetros ambientais associados à paisagem, destacando-se a diminuição de área de Mata Atlântica preservada e o aumento do solo exposto. Entre esses 37 anos, não há registros de ações no sentido de impedir essa degradação.

Uma circunstância a ser ponderada é que as métricas da paisagem foram ferramentas fundamentais para as análises desenvolvidas nesse estudo, conseguindo aplicar, de forma quali-quantitativa, uma série de parâmetros da ecologia da paisagem. Esses parâmetros, unidos ao estudo da paisagem, são materiais de grande valor para a criação e a implementação de estratégias de conservação e recuperação da Mata Atlântica em São Vicente Férrer.

De forma pontual, mas indireta, o estudo fornece dados suficientes para a indicação de possíveis unidades de conservação, áreas desmatadas com possibilidade de recuperação, fragmentos vulneráveis passíveis de uma maior atenção ecológica e fiscalizatória, além da criação de corredores ecológicos e outros mecanismos que promovam a conectividade desses ambientes.

Destarte, para início e efetivação das ações, recomenda-se o engajamento do Poder Público na criação de políticas públicas voltadas ao meio ambiente, em especial voltadas ao estudo, à recuperação e à conservação da Mata Atlântica, haja vista sua importância e vulnerabilidade nos dias de hoje. Em conformidade com a tendência global, esse alinhamento com as questões ambientais, impulsionado pelo agravamento das Mudanças Climáticas e promoção dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, destaca a existência e preservação da Mata Atlântica como um fator fundamental e essencial para equilíbrio ambiental no Brasil, com consequências globais.

6 ARTIGO 4: AVALIAÇÃO MULTIVARIADA EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA

6.1 INTRODUÇÃO

A história do desmatamento da Mata Atlântica, devido a causas antrópicas, destaca-se como uma das mais predatórias da história a nível global. Esse desmatamento remonta ao Brasil Colonial, mas no século XX atingiu níveis alarmantes, estando entre suas principais causas a obtenção de produtos madeireiros (MARTINS et al., 2004). Uma das metas do Brasil nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pretende garantir a conservação, a recuperação e o uso sustentável dos ecossistemas terrestres e seus serviços, especialmente florestas, pântanos, montanhas e terras áridas. Porém, gestores públicos e outros atores não vêm conseguindo conservar essas áreas, principalmente na Mata Atlântica, que possui forte dinâmica antrópica, causando a fragmentação e a supressão da vegetação (SOS MATA ATLÂNTICA, 2020).

A fragmentação dos remanescentes tem efeitos diretos nas relações ecológicas de plantas e animais. Os impactos das atividades rurais e urbanas promovem a redução do fluxo genético, o isolamento reprodutivo e, conseqüentemente, levam à perda da diversidade genética. É essencial conhecer o comportamento da Mata Atlântica sob os efeitos do uso rural e urbano, especialmente em fragmentos existentes em pequenos municípios, como São Vicente Férrer, e suas implicações para o desenvolvimento do estado de Pernambuco (DANTAS, 2017).

Os municípios de pequeno e médio porte no Brasil têm sido palco de intensas transformações de uso e ocupação do solo, especialmente nas últimas quatro décadas, devido à expansão urbana e ao desenvolvimento das atividades rurais, ainda mais intensas nas pequenas cidades (LOPES; HENRIQUE, 2010). Esses municípios têm se destacado como objeto de estudo sobre o padrão da estrutura da paisagem, uma vez que políticas públicas, economia, modelos de vida, políticas ambientais, entre outros aspectos, reverberam na configuração espacial e sinalizam possibilidades e pontos de conflitos futuros (LOPES; HENRIQUE, 2010).

Analisando espaços naturais, como fragmentos de mata atlântica, em um pequeno município, podem ser identificados tensores ambientais e níveis negativos de impacto ambiental, fomentando ações de mitigação e remediação e políticas

públicas que promovam o desenvolvimento sustentável, garantindo a manutenção do meio ambiente (COSTA, 2020).

Deve-se considerar também que pequenos municípios, como São Vicente Férrer, em Pernambuco, possuem fragmentos de Mata Atlântica que, sem monitoramento e estudos sobre seu status de fragilidade ambiental, podem ser suprimidos da paisagem, com altos custos para serviços ambientais e ecossistêmicos, com perdas na qualidade de vida e na economia regional. A partir de pressupostos teóricos da Ecologia da Paisagem, que norteou este estudo, é de grande importância o estudo das mudanças no uso da terra, focando no tamanho, forma e distância entre os remanescentes da Mata Atlântica (MARTINS *et al.*, 2004).

Vale salientar que os estudos de padrões da paisagem, da interação entre manchas na paisagem, e do modo como padrões da composição da paisagem mudam com local onde está localizado, fornecem, conjuntamente, subsídios teóricos e empíricos à compreensão global da paisagem, auxiliando o planejamento e o ordenamento territorial (CASEMIRO, 2009).

Esses dados e informações, quando associados às análises de Estatística Multivariada, viabilizam o diagnóstico do status quo dos fragmentos vegetacionais, a saber: quantificação e determinação da condição biológica da vegetação (relacionadas ao nível de fragilidade ambiental do fragmento de vegetação). Nessa perspectiva, a presente pesquisa teve o objetivo de analisar a ecologia da paisagem de Mata Atlântica, em município de pequeno porte, por meio de técnicas de Estatística Multivariada.

6.2 REFERENCIAL TEÓRICO

6.2.1 Ecologia da Paisagem

De acordo com Costa (2020), o estudo dos arranjos espaciais da paisagem se mostra um reflexo gerado pela influência das mudanças históricas e modernas, nos âmbitos natural e antrópico. Paisagens podem ser classificadas, segundo Odum e Barrett (2008), de acordo com o grau de intervenção antrópica, assim, é considerado uma 'paisagem natural' aquela que não teve nenhuma interferência, origem humana e 'paisagem modificada' é onde houve influência ou intervenção humana e a 'paisagem cultural' é onde se combinam a interferência humana contínua e o

ambiente. A 'paisagem cultural' pode ser considerada também uma paisagem rural, caracterizada pela presença de atividades agropastoris ou urbanas, constituída pela aglomeração humana.

Para Costa (2020), ao estudar uma paisagem, seja ela natural, modificada ou cultural, devemos levar em conta as múltiplas escalas dos elementos da paisagem, os quais são caracterizados como 'manchas' ou 'fragmentos', variando em tipo, heterogeneidade, tamanho, forma, local entre outras características. A paisagem é uma matriz composta por um conjunto de ecossistemas, contendo um ecossistema dominante e manchas ou fragmentos de outros ecossistemas secundários, organizados em padrões variáveis, conectados ou isolados (SANTOS; ROCHA, 2020).

Por definição as conexões entre os fragmentos são corredores ecológicos, pois funcionam como meio de passagem entre um fragmento e outro (CASEMIRO, 2009). Estudos realizados por Fahrig (2020) mostram que os efeitos biológicos e físicos da fragmentação dos ecossistemas são severos, nessa perspectiva é importante que se analise os parâmetros da ecologia da paisagem dos fragmentos de Mata Atlântica.

A caracterização, descrição e quantificação da estrutura da paisagem vêm ajudando a identificar as características espaciais e ecológicas, as quais têm sido tomadas como objeto de estudo pelas áreas da Ecologia, a Geografia e a Biologia, a fim de diagnosticar o grau do retalhamento e isolamento dos fragmentos florestais (LANG; BLASCHKE, 2009).

O estudo da ecologia da paisagem visa à medição e quantificação de paisagens sob determinados aspectos e circunstâncias estruturais e espaciais, com seus respectivos valores de parâmetros denominados medidas da estrutura da paisagem ou métricas da paisagem (CASEMIRO, 2009).

O cálculo das métricas da paisagem tem permitido realizar avaliações em diferentes escalas espaciais e temporais, contribuindo significativamente para o melhor entendimento dos padrões e processos envolvidos na manutenção dos ecossistemas, e para estabelecer estratégias que visem à conservação da biodiversidade, em especial na Mata Atlântica onde existe fortes interações antrópicas com os fragmentos preservados (RUDOLPHO et al., 2013).

6.2.2 Estatística Multivariada

A estatística multivariada corresponde ao conjunto de técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas e parâmetros sobre cada indivíduo ou objeto sob análise. Entretanto, algumas técnicas multivariadas são unicamente projetadas para lidar com questões multivariadas, ou seja, análises multivariadas, como variáveis canônicas, análise de fatores, análise fatorial e análise discriminante. As técnicas da estatística multivariadas permitem executar de uma só vez aquilo que antes necessitava múltiplas análises usando técnicas univariadas (HAIR et al., 2005).

Atualmente, metodologias analíticas multivariadas estão sendo amplamente aplicadas nas mais diversas áreas de pesquisa e também vem chegando à indústria. O sucesso dessas técnicas vem permeando inúmeras áreas de pesquisa permitindo uma forte integração de técnicas multivariadas em suas 'ferramentas de análise'. Com o crescente uso das técnicas, têm aumentado as publicações que tratam dos aspectos teóricos e matemáticos dessas ferramentas nas mais diversas áreas da ciência. Apesar disso, poucas são as publicações que abordam essa ferramenta em uma linguagem compreensiva para pesquisadores que não são especialistas em matemática ou estatística (HAIR et al., 2005).

As publicações que discutem as aplicações práticas da estatística multivariada, oferecendo uma discussão conceitual dos métodos estatísticos são ainda mais raras do as que trazem questões conceituais. Em algumas áreas da ciência, tais como administração, melhoramento genético e comportamental a análise estatística multivariada é mais difundida e muito utilizada, entretanto outras áreas como a ecologia da paisagem que é alvo do presente estudo não há muitos trabalhos científicos que abordem a aplicação de metodologias estatísticas multivariadas, por consequência não existe muitos 'pacotes estatísticos computacionais' o que dificulta a interpretação dos resultados (MEDINA; FERTIG, 2005).

Com o avanço da computação ocorrida nas últimas décadas, foi sendo criados alguns pacotes e softwares estatísticos, acessíveis até mesmo para computadores pessoais. Com esse advento, inúmeros pesquisadores tiveram os recursos necessários para abordar problemas multivariados, contudo atualizar-se e inteirar-se das particularidades inerentes à aplicação das técnicas multivariadas não é uma tarefa fácil do ponto de vista teórico e prático, sobretudo em novas áreas de estudo. Nesse sentido vem ocorrendo a valorização dos estudos que envolvem aplicações das

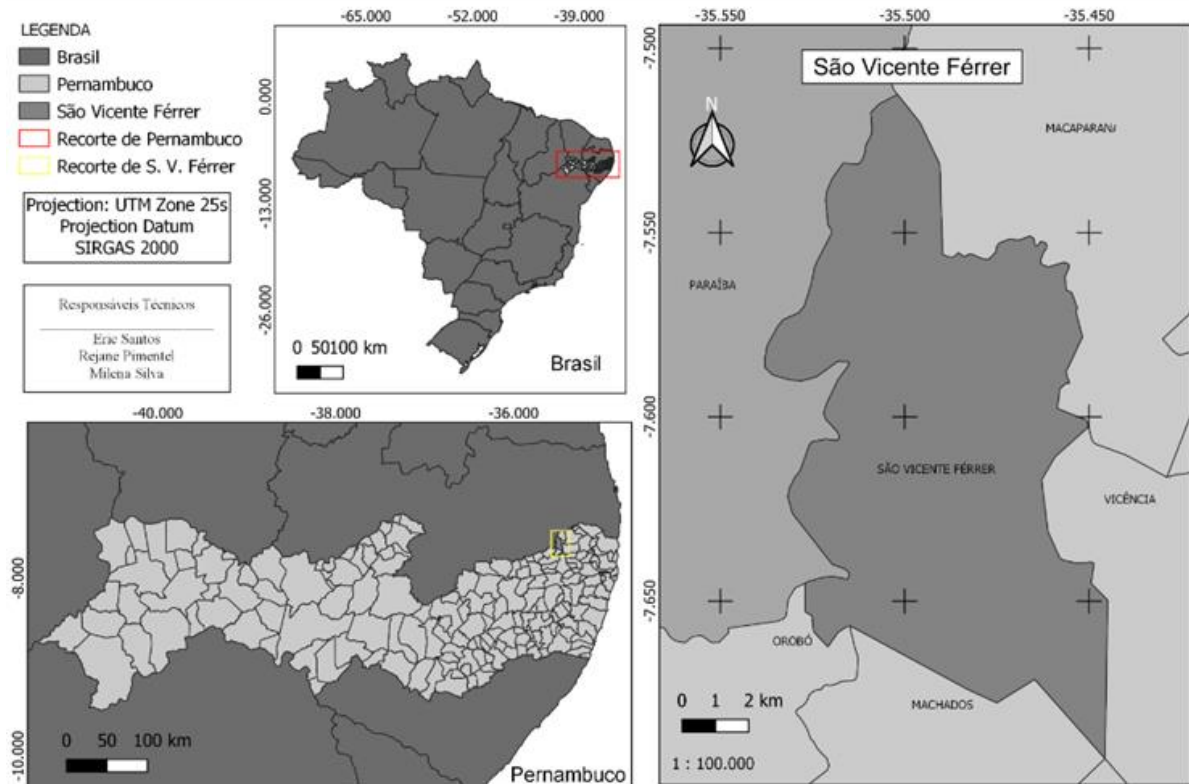
técnicas de análise multivariada, haja vista a necessidade de novos materiais com a abordagem (HAIR et al., 2005).

6.3 METODOLOGIA

6.3.1 Área de estudo

A área de estudo é o município de São Vicente Férrer, ocupando uma área de 114 km², com, aproximadamente, 18.018 habitantes, localizado na 'Latitude: 7°35'26" Sul' e 'Longitude: 35°29'30" Oeste'. São Vicente Férrer possui fronteira com os municípios de Natuba, Macaparana e Vicência (CIDADES BRASILEIRAS, 2021), como pode ser visto na Figura 1. Está localizado a uma altitude que varia entre 600-640 metros, possuindo clima 'quente e úmido' (As'), com chuvas de outono e inverno e temperatura média anual de 24,1°C (FERRAZ; RODAL, 2006). De acordo com o sistema oficial para mapeamento e classificação da vegetação brasileira, neste município, os ecossistemas de Mata Atlântica predominantes são 'Floresta Ombrófila Montana' e 'Floresta Ombrófila de Terras Baixas'.

Figura 16 – Mapa de localização do Município de São Vicente Férrer em Pernambuco, Brasil

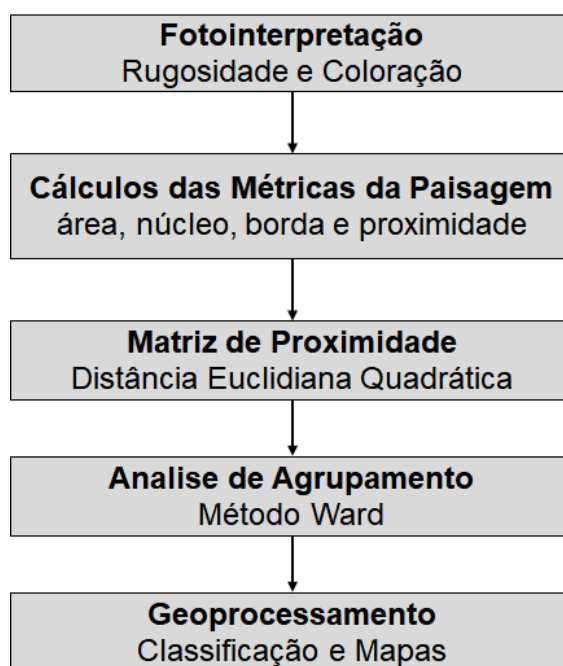


Fonte: Santos, E. B. (2022)

6.3.2 Geoprocessamento e Análise Multivariada

A imagem utilizada para a fotointerpretação é do Landsat 8, disponível no catálogo de imagens do United States Geological Survey: Earth Explorer, referente ao dia 23 de janeiro de 2021. Aplicando as fórmulas de Lang e Blaschke (2009), foram realizados os cálculos das métricas da paisagem obtendo os dados de área, núcleo e borda. Com base nos resultados obtidos em km² foi realizada a análise multivariada. A análise foi feita em duas principais etapas: (1) elaboração da matriz de proximidade e (2) análise de agrupamento. O processo metodológico seguiu o fluxograma da Figura 2.

Figura 17 – Fluxograma da metodologia aplicada no estudo



Fonte: Santos, E. B. (2022)

O uso de métodos estatísticos multivariados permite identificar aglomerados de fragmentos com unidades e dinâmicas ecológicas da paisagem semelhantes.

6.3.2.1 Matriz de Proximidade

A construção da matriz de proximidade é utilizada em cálculos de indicadores na fase de análise exploratória dos dados espaciais ou outras análises de caráter

multivariado (PRASS; OGLIARI, 2007). O estudo utilizou a distância euclidiana quadrática para construir a matriz de proximidade dos dados de área, núcleo e borda. Segundo Oliveira (2005), a distância euclidiana quadrática tem a função de aumentar o peso dos objetos mais distantes, ressaltando a diferença entre os aglomerados, ou seja, ideal para a análise dos parâmetros de ecologia da paisagem nos fragmentos de Mata Atlântica.

6.3.2.2 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento é uma técnica utilizada para classificar objetos unitários ou casos em aglomerados chamados de agrupamentos ou conglomerados. A análise de agrupamento permite que os fragmentos de mata analisados em cada agrupamento tendam a ser semelhantes entre si, mas diferentes de objetos em outros agrupamentos (MALHOTRA, 2006). Foi utilizado para execução do agrupamento o método Ward, que consiste em um procedimento de agrupamento hierárquico no qual a medida de similaridade utilizada para classificar os agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos sobre todas as variáveis do conjunto total. Essa metodologia tende a resultar em agrupamentos de características semelhantes devido à sua minimização de variação interna entre as variáveis (HAIR et al., 2005). Para definição dos agrupamentos foi feita a linha de corte dos grupamentos com base na primeira maior distância euclidiana quadrática.

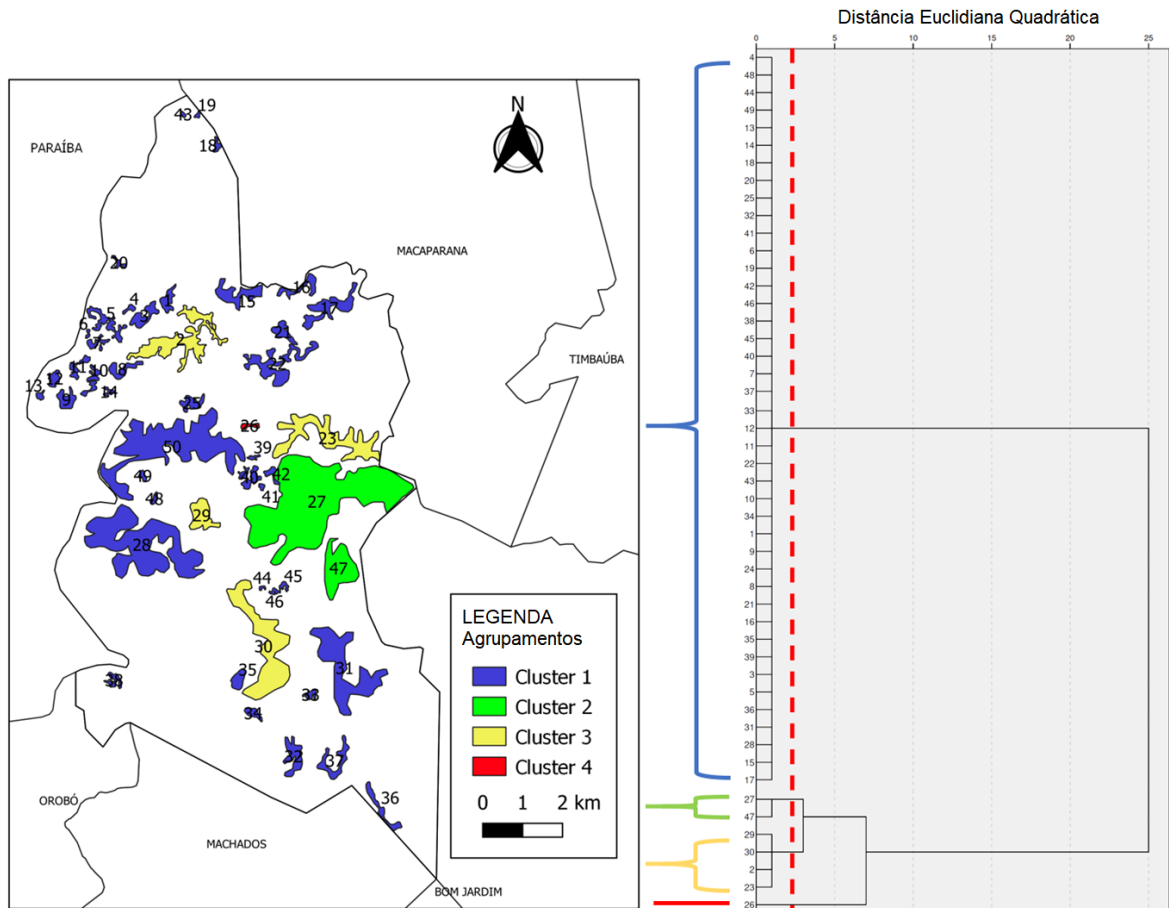
6.4 RESULTADOS

O cálculo da área e da forma dos fragmentos é considerado um dos processos mais importante deste estudo, em virtude da área ser a medida da estrutura mais próxima da realidade e, por consequência, estar entre as mais difundidas nos estudos de ecologia da paisagem. Sua importância também está ligada ao fato de que as medidas de borda e núcleo são efetuadas direta ou indiretamente sobre a área. Os resultados dos cálculos de área da pesquisa indicam que grande parte dos fragmentos de Mata Atlântica são de pequeno porte, com a existência de algumas exceções.

A análise de agrupamento permitiu separar os fragmentos de Mata Atlântica observados em quatro aglomerados, como pode ser visto na Figura 3. Os aglomerados formados têm características de forma e proximidade, além de grande

similaridade interna e grande dissimilaridade externa, no que diz respeito aos parâmetros de ecologia da paisagem analisados. Mostraram-se os fatores mais relevantes na junção dos fragmentos aglomerados: forma(borda), proximidade, tamanho e núcleo, respectivamente.

Figura 18 – Análise de agrupamento em fragmentos de Mata Atlântica



Fonte: Santos, E. B. (2022)

O primeiro agrupamento (Cluster 1) é formado pela grande maioria dos fragmentos de Mata Atlântica do município, tendo entre suas principais características a irregularidade na forma da margem e não sendo a área uma característica comum aos fragmentos, haja vista que o agrupamento agrega fragmentos de área pequena e grande. Sua distribuição vai desde o norte ao sul do município. Sua existência pode estar associada à regularização ambiental das propriedades agrícolas do município ou à regeneração natural de fragmentos anteriormente deteriorados.

Os fragmentos da Mata Atlântica incluídos no primeiro aglomerado apresentam características que, segundo estudos de Ecologia da Paisagem, indicam fragilidade

ambiental (CASEMIRO, 2009; DANTAS et al., 2017; MATIAS et al., 2020, METZGER, 2001). Mesmo assim, esses fragmentos desempenham um importante papel ecológico e funcional na paisagem, fornecendo habitat e recursos para diferentes animais que se deslocam entre remanescentes florestais (FAHIG, 2020).

Os dois maiores fragmentos de floresta formam o segundo agrupamento (Cluster 2), que têm a dimensão como sua característica comum dominante. De acordo com os princípios da Ecologia da Paisagem (CASEMIRO, 2009), podemos afirmar que esse agrupamento representa o elemento mais importante, do ponto de vista da conservação da biodiversidade, considerando seu papel dominante, e a provável presença de árvores matriz, também chamadas de “árvores-mãe”; maior número de famílias e espécies vegetais e, conseqüentemente, maior número de animais. Destaca-se que esses dois fragmentos têm uma forma de margem menos irregular, quando comparados aos demais fragmentos analisados.

O terceiro agrupamento (Cluster 3) tem como característica principal a forma irregular de sua margem. Suas dimensões são semelhantes e representam uma área média, quando comparadas aos *clusters* discutidos anteriormente. Localizados entre os maiores fragmentos (Cluster 2), os fragmentos do Cluster 3 são essenciais e podem servir como corredor ecológico entre os fragmentos do primeiro agrupamento e do segundo agrupamento. Os quatro fragmentos florestais que fazem parte do terceiro agrupamento são predominantemente irregulares em sua forma, mesmo com suas áreas razoavelmente grandes; a irregularidade em sua forma representa um fator agravante ambiental, permitindo um efeito de borda maior, como apontam estudos do Casemiro (2009).

O fragmento de Mata Atlântica número 26 foi isolado no agrupamento 4. Estima-se que esse isolamento não tenha ocorrido como resultado do tamanho, mas como consequência da sua forma retangular, resultando, não apenas na ausência de um núcleo, mas, também, de uma sobreposição de borda, que neste estudo representa a distância de 100 m entre as fronteiras da borda do fragmento.

6.5 CONCLUSÕES

Por meio das técnicas da análise multivariada de agrupamento, foi possível a formação de grupos de fragmentos de Mata Atlântica utilizando as similaridades das variáveis da ecologia da paisagem em análise. Podemos afirmar que essa

metodologia é uma ferramenta valiosa no entendimento da distribuição espacial dos fragmentos de Mata Atlântica no município de São Vicente Férrer e na compreensão da dinâmica da paisagem.

Os dados mostraram que a análise de agrupamento foi uma metodologia útil para uma melhor gestão da preservação e conservação dos fragmentos de mata, em função de que, com o agrupamento, é possível estabelecer-se similaridades que proporcionem parâmetros para criação de políticas públicas e melhor gestão das áreas, direcionando as ações para os fragmentos mais ameaçados. Além disso, é importante que mais pesquisas sejam feitas nos fragmentos mais conservados para que ações de recuperação sejam aplicadas nos demais.

A fragilidade ambiental ligada às características das métricas da paisagem dos fragmentos da Mata Atlântica incluídas no Cluster 1, a torna prioritária para as ações de restauração ambiental. O Cluster 2, por sua vez, tem as condições ambientais mais confortáveis, tendo em vista seu tamanho, forma e localização. Entre os fragmentos, os presentes no segundo agrupamento se mostraram mais adequados para a criação de uma unidade de conservação.

O Cluster 3 mostrou desempenhar um papel fundamental na conservação dos fragmentos da Mata Atlântica no município estudado, com o reflorestamento e a ampliação desses fragmentos potencializando seu papel como corredor ecológico, ligando os fragmentos maiores (Cluster 2) aos fragmentos menores (Cluster 1 e Cluster 4). Infelizmente, o Cluster 4, devido às suas condições ambientais, se mostrou muito vulnerável e se nenhuma ação de recuperação for realizada, poderá desaparecer, assim como outros fragmentos do Cluster 1.

Conclui-se que a aplicação da técnica da análise de agrupamentos se mostrou extremamente útil na interpretação dos dados e nas indicações eficientes para a tomada de decisões. Nessa perspectiva, é de grande importância a aplicação da estatística multivariada em mais pesquisas, tendo em vista a maior precisão nas conclusões e ações tomadas.

7 CONCLUSÕES GERAIS

A Mata Atlântica brasileira presente no Agreste pernambucano é muito rica em biodiversidade e sua importância perpassa pela garantia da qualidade de vida dos moradores. Em especial, quando se fala na Mata Atlântica de São Vicente Férrer, é inegável essa riqueza e importância, conforme apresentado nesse estudo. A presença de espécies vegetais endêmicas, ameaçadas de extinção, em perigo de extinção, vulneráveis à extinção e a destacada presença de espécie presumivelmente extinta, constata a diversidade e importância dessa vegetação de São Vicente Férrer para Pernambuco e para o Brasil.

Entretanto, assim como em grande parte do Brasil, a Mata Atlântica de São Vicente Férrer está sendo agredida por as atividades antrópicas, especialmente aquelas associadas às atividades rurais, as quais tornando as terras inutilizáveis e avançando sobre as áreas de Mata Atlântica ainda preservadas. Apesar do menor impacto, se comparada às atividades rurais, as atividades urbanas também degradam as áreas de Mata Atlântica, sobretudo por meio de sua expansão acelerada para ocupação humana. Em São Vicente Férrer temos um exemplo claro dessa expansão, uma vez que a área construída mais que dobrou entre 1984 e 2021.

Analisando a estrutura da paisagem e a configuração de São Vicente Férrer, esse estudo evidenciou a ausência de políticas públicas e ações de conservação da Mata Atlântica direcionadas ao planejamento urbanístico e agrário. Confrontando os anos de 1984 e 2021, percebe-se o declínio de parâmetros ambientais associados à paisagem, destacando-se a diminuição da área de Mata Atlântica preservada e o aumento do solo exposto. Estes fragmentos de mata que, conforme os parâmetros da Ecologia da Paisagem, teriam maior tendência de expansão, foram os mais degradados.

Uma circunstância a ser ponderada é que o cálculo das métricas da paisagem foram fundamentais para as análises desenvolvidas nesse estudo, conseguindo constatar, de forma quali-quantitativa, uma série de parâmetros da ecologia da paisagem. Esses parâmetros, unidos ao estudo da paisagem, são materiais de grande valor para a proposição de novos estudos, criação e implementação de políticas públicas, com estratégias de conservação e recuperação da Mata Atlântica em São Vicente Férrer e em outros municípios com uma configuração espacial e econômica semelhantes.

O estudo fornece dados categóricos para a indicação de possíveis unidades de conservação, áreas desmatadas com possibilidade de recuperação, fragmentos vulneráveis passíveis de uma maior atenção fiscalizatória, além da criação de corredores ecológicos e outros mecanismos que promovam a conectividade dos fragmentos de Mata Atlântica preservados.

O estudo funciona como instrumento de apoio para a gestão territorial, agrícola e urbana, utilizando a Ecologia da Paisagem como indicador de problemas ambientais, a qual se mostrou de grande aplicabilidade. A integração da aplicação de técnicas variadas, como as métricas da paisagem, geoprocessamento e análise estatística multivariada, permitiu uma melhor compreensão dos impactos das atividades rurais e urbanas, considerando as características econômicas, históricas e sociais, tendo como foco a vegetação de Mata Atlântica.

Destarte, para a efetivação das ações apontadas nesse estudo, recomenda-se o engajamento do Poder Público na criação de políticas públicas voltadas ao meio ambiente, em especial voltadas ao estudo, recuperação e conservação da Mata Atlântica, haja vista sua importância e vulnerabilidade na atualidade. Em conformidade com a tendência global, esse alinhamento com as questões ambientais, impulsionado pelo agravamento das Mudanças Climáticas e promoção dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, coloca a Mata Atlântica como fator fundamental para o equilíbrio ambiental no Brasil, especialmente nas pequenas e médias cidades como São Vicente Férrer.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, S. F. Mapeamento da fragilidade e suscetibilidade ambiental utilizando sistemas de informações geográficas: Aplicações na bacia hidrográfica do ribeirão do pinhal (Limeira, estado de são paulo). **Acta Scientiarum-Technology**, Maringá, v. 34, n. 4, p. 433–440, 2012.
- ALMEIDA, N. V.; NASCIMENTO, F. R.; CUNHA, S. B. Proposta metodologia ao ordenamento territorial ambiental em bacias hidrográficas. DAMASCENO, I.; MALHEIROS, T. (Org.). **Espaços Plurais**. 1ed. Rio de Janeiro: Consequência, v. 1, p. 331-358, 2018.
- ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos agroindustriais**. 2. ed. Brasília : EMBRAPA, 585 p. 1999.
- AMASIFUEN, J. K. B; SOUZA, P. B. L. C; OLIVEIRA, E. M. IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio Branco, **Revista Nawa**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2017.
- ARAÚJO, B. L. **Estudo sócio-econômico da Mata do Estado – São Vicente Férrer/PE**. Relatório Técnico. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2010.
- BARANEK, E. J. **Análise do efeito de borda de sistemas de cultivo orgânico e convencional em fragmentos florestais do centro-oeste paranaense**. Seropédica: UFRRJ, 2014. 61p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.
- BELTRÃO, A. L.; MACÊDO, M. M. L. **Projeto piloto da Bacia Hidrográfica do Rio Goiana (Macrozoneamento) Subsídios ao planejamento integrado da bacia do Rio Goiana: complexo serras do Mascarenhas e Jundiá**. Recife: Agência Estadual de Meio Ambiente, 1994.
- BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; JUNIOR, L. C. S.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São Vicente Férrer, Estado de Pernambuco**. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2005.
- BENNETT, A. F. Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in Wildlife Conservation. **IUCN The World Conservation Union**, Gland, 2003.
- BRESINSKY, A; COLS, S. H. Plantas no Habitat in: BRESINSKY, A. (Orgs.), **Tratado de botânica de Strasburger**. 36. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1192 p.
- BRASIL. **POLITICA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO**. Ministério das Cidades. Caderno MCidades Desenvolvimento Urbano, 2004.
- BRITO, E. R.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SOARES, V. P. Identification of degraded areas and classes of vegetal cover through geographical information system, for environmental adequacy. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.;

GANDOLFI, S. (Eds.). **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publishers, 2007.

CAETANO, M. Disponível em www.facebook.com/saovicenteferrerpe/photos, 2018.

CAETANO, M. Disponível em www.facebook.com/saovicenteferrerpe/photos, 2016.

CAMPANILLI, M.; SCHAUFFER, W. B. **Mata Atlântica: Manual de adequação ambiental**. Brasília: Ministério do Meio do Ambiente, 2010.

CAMPOS, J.; SANTOS, J.; SALVADOR, M.; LIMA, Análise e propagação dos efeitos de borda no Parque Estadual Mata do Pau-ferro, Areia-PB, **REVISTA GEOGRÁFICA ACADÊMICA**, Boa Vista, v.12, n. 2, p. 21- 36, 2018.

CAPOBIANCO, J. P. R. **Dossiê Mata Atlântica**. Brasília: Sociedade Nordestina de Ecologia, 2001.

CASEMIRO, C. P. Estrutura, composição e configuração da paisagem conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da ecologia da paisagem. **Estudos Regionais**, Brasília, v. 1, p. 75-99, 2009.

CASTRO, D. M. **Efeitos de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de cerrado, na região Nordeste do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (Org.). **Prevenção de riscos de deslizamento em encostas: guia para elaboração de políticas municipais**. Brasília: Cidades; Cities Alliance, 200.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio avança no trimestre e acumula alta de 9,81% no primeiro semestre de 2021**, 2021.

CIDADES, B. **O Município de São Vicente Férrer**. Brasília: Cidades Brasileiras, 2021.

COSTA, I. C. N. P. Abordagem metodológica ecologia da paisagem: origem, enfoque e técnicas de análise. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 91-105, 2020.

DANTAS. M. S.; ALMEIDA, N. V.; MEDEIROSA, I. S.; SILVA, M. D. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 2, n. 1, p. 87-97, 2017.

DEMARCHI, J. C.; PERUSI, M. C.; PIROLI, E. L. Análise da estabilidade de agregados de solos da microbacia do Ribeirão São Domingos, Santa Cruz do Rio Pardo – SP, sob diferentes tipos de uso e ocupação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Viçosa, v. 4, n. 2, p. 7-29, 2011.

FAHRIG, L. What the habitat amount hypothesis does and does not predict: A reply to Saura Authors. **Journal of Biogeography**, Washington, v.1, p.1-16, 2021.

FERRAZ, E. M. N.; RODAL, M. J. N. Caracterização fisionômica - estrutural de um remanescente de floresta ombrófila montana de Pernambuco, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 911-926, 2006.

FERREIRA, D. M. C.; AMORIM, B. S.; MACIEL, J. R.; ALVES, M. Floristic checklist from an Atlantic Forest vegetation mosaic in Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Tabatinga, Pernambuco. **Check List**, Campinas, v. 12, p. 1-18, 2015.

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York, John Wiley & Sons, 1986. 619p.

GALETTI, M.; ALVES-COSTA, C.P.; CAZETTA, E. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit color on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological Conservation**, Washington, v. 111, p. 269-273, 2003.

GALINDO-LEAL, C. **Reunindo as peças: a fragmentação e a conservação da paisagem**. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

HERRMANN, B. C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. Paisagem Como Condicionadora De Bordas De Fragmentos Florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p. 13–22, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. **Ações do IPA impulsionam produção de Banana em Pernambuco**, 2021.

JOLY, C.A., METZGER, J.P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New phytologist**, Toronto, v. 204: p. 459-473, 2014.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. **Restauração da mata ciliar - manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Meio Ambiente Desenvolvimento e Sustentável, 2001.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. Tradução: HERMANN KUX. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LEITE, M. S. **Apoio a Criação de Unidades de Conservação na Floresta Atlântica de Pernambuco**. Mata do Estado, São Vicente Férrer, Pernambuco, Brasil: Levantamento físicobiótico, Socioeconômico e Situação fundiária. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2011.

LEMBI, R. C.; CRONEMBERGER, C.; PICHARILLO, C.; KOFFLER, S.; SENA, P. H. A.; FELAPPI, J. F.; MORAES, A. R.; ARSHAD, A.; SANTOS, J. P.; MANSUR, A. V. Urban expansion in the Atlantic Forest: applying the Nature Futures Framework to develop a conceptual model and future scenarios, **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, p. 1-13, 2020.

LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. Salvador: Superintendência De Estudos Econômicos e Sociais, p. 250, 2010.

LOREAU, M. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenges. **Science**, Washington, n. 294, v. 5543, p. 804-808, 2001.

LU, D.; WENG, Q. A Survey of Image Classification Methods and Techniques for Improving Classification Performance. **International Journal of Remote Sensing**, Washington, v. 28, p. 823-870, 2007.

LUCAS, G. **STAR Wars: Episódio V – O império contra-ataca**. Direção e produção: George Lucas. Estados Unidos: Lucasfilm, 1980.

LUCENA, M. F. A. **Flora da Mata do Estado, São Vicente Férrer, Pernambuco, Brasil**. Relatório Técnico. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2009.

MACE, G. M.; NORRIS, K.; FITTER, A. H. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. **Trends in Ecology & Evolution**, Washington, v. 27, n. 1, p. 19-26, 2012.

MARTINS, S. E.; REATTO, A.; CARVALHO, O. A.; GUIMARÃES, R. F. **Ecologia de paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

MATIAS, L.; ALMEIDA, N. V.; FERREIRA, G. R. D.; SILVA, M. D. Ecologia da paisagem aplicada à análise ambiental e temporal da vegetação remanescente em Penedo, Alagoas. **Geoambiente On-Line**, Goiânia, v. 37, p. 322-342, 2020.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Ecological Applications**, São Paulo, v.1, n.1, p. 1-9, 2001.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R. M.; PILGRIM, H. J. T. **Hotspots revisited**. Cidade do Mexico: Sociedad Anónima Bursátil de Capital Variable, 2004.

MITTERMEIER, R. A.; TURNER, W. R.; LARSEN, F. W.; BROOKS, T. M.; GASCON C. Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas, **Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots**, Berlin, v. 1, p. 3-22, 2011.

MMA. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000.

MMA. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente, 2002.

MMA. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

MOREIRA, D. M.; COSTA, G.; SOUZA, J. S.; AONA, L. Y. S. Levantamento florístico em um remanescente de Mata Atlântica no Recôncavo da Bahia, Estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 47, p. 1-22, 2020.

MORELLATO, L. P. C; HADDAD, C. F. B. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, Washington, v. 32, p. 786-792, 2000.

MOTA, T. J. C. R.; CARVALHO, F. A.; IVANAUSKAS, N. M.; EISENLOHR, P. V. On the relevance of floristic and quantitative studies to the restoration of degraded areas: the case of the Atlantic Forest hotspot. **AIMS Environmental Science**, Washington, v. 4, p. 42-53, 2017.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazonica**, Amazonia vol.36, n.2, p. 183-192, 2006.

NEWBOLD, T.; HUDSON, L. N.; HILL, S. L. L.; CONTU, S.; LYSENKO, I.; SENIOR, R. A.; BÖRGER, L.; BENNETT, D. J.; CHOIMES, A.; COLLEN, B.; DAY, J.; PALMA, A.; DÍAZ, S.; ECHEVERRIA-LONDOÑO, S.; EDGAR, M. J.; FELDMAN, A.; GARON, M.; HARRISON, M. L. K.; ALHUSSEINI, T.; INGRAM, D. J.; ITESCU, Y.; KATTGE, J.; KEMP, V.; KIRKPATRICK, L.; KLEYER, M.; LAGINHA, P. C. D.; MARTIN, C. D.; MEIRI, S.; NOVOSOLOV, M.; PAN, Y.; PHILLIPS, H. R. P.; PURVES, D. W.; ROBINSON, A.; SIMPSON, J.; TUCK, S. L.; WEIHER, E.; WHITE, H. J.; EWERS, R. M.; MACE, G. M.; SCHARLEMANN, J. P. W.; PURVIS A. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, Sacramento, v. 520, p. 45-50, 2015.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia de paisagem. **Geografar**, Curitiba, v.2, n.1, p.77-99, 2007.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OLIVEIRA, F. S.; SOARES, V. P.; PEZZOPANE, J. E. M.; GLERIANI, J. M.; LIMA, G. S.; SILVA, E.; OLIVEIRA, Â. M. S. Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 899-908, 2008.

PELLEGRINO, P. R. M.; GUEDES, P. P.; PIRILLO, F. C.; FERNANDES, S. A. A paisagem da borda: Uma estratégia para condução das águas da biodiversidade e das pessoas. COSTA, L. M. S. A. (org.) **Rios e paisagens urbanos em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: PROURB, 2006.

PENEDO, T. S. A.; MORAES, M. A.; BORGES, A. X. B.; MAURENZA, D.; JUDICE, D. M.; MARTINELLI, G. Considerations on extinct species of Brazilian flora. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 711-715, 2015.

PEREIRA, G. A. **Aves da Mata do Estado, São Vicente Férrer, Pernambuco, Brasil**. Relatório Técnico. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2009.

PÉREZ, L. B. **Gestión de recursos hídricos**. Cataluña: Edicions UPC, 2021.

PIETROBOM, M. R.; BARROS, I. C. L. Pteridófitas da Mata do Estado, município de São Vicente Férrer, Pernambuco, Brasil: Chave para as Famílias Gleicheniaceae, Hymenophyllaceae, Marattiaceae e Vittaraceae. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiânia, v. 3, p. 125-138, 2006.

PIETROBOM, M. R.; BARROS, I. C. L. Pteridófitas de um remanescente de floresta atlântica em São Vicente Férrer, Pernambuco, Brasil: Pteridaceae. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, p. 457-479, 2002.

PIRES, V. R. O.; GARCIA, M. A.; MARTINES, M. R.; TOPPA, R. H. Landscape structure analysis for the establishment of conservation strategies in Atlantic Forest patches. **Ambiência**, Guarapuava, v. 12, p. 765-774, 2016.

PÔRTO, K. C.; GERMANO, S. R. Biodiversidade e importância das briófitas na conservação dos ecossistemas naturais de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs.), **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Editora Massangana, Recife, v. 1, p. 125-152, 2002.

PÔRTO, K. C.; GERMANO, S. R.; BORGES, G. M. Avaliação dos brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba, quanto a diversidade de briófitas, para a conservação. In: PÔRTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (Orgs.), **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Ministério de Meio Ambiente, Brasília, v. 1, p. 79-98, 2004.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R. **Ecologia de Paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem**. Porto Alegre: Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

REDDING, T. E.; HOPE, G. D.; FORTIN, M. J.; SCHMIDT, M. G.; BAILEY, W. G. Spatial patterns of soil temperature and moisture across subalpine forest-clearcut edges in the southern interior of British Columbia. **Canadian Journal of Soil Science**, Toronto, v. 83, p. 121-130, 2003.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, M.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIR, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, São Paulo, v. 16, p. 208-214, 2018.

RIBEIRO, A. G. Estrutura e processos na interpretação da paisagem geográfica. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 15, p. 112-115, 1985.

RODRIGUES, F. R.; NASCIMENTO LOPES, E. R.; LOURENÇO, R. W. Análise Integral dos Impactos Urbanos em Áreas Verdes: Uma Abordagem em Sorocaba, Brasil. **O Espaço Geográfico Em Análise**, Sorocaba, v. 46, p. 135-151, 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 3ª Edição. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007.

ROSS, J. ANÁLISE EMPÍRICA DA FRAGILIDADE DOS AMBIENTES NATURAIS ANTROPIZADOS. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 2011.

RUDOLPHO, L. S.; BRAGHIROLI, G.; REFOSCO, J. C.; SANTIAGO, A. G.; SABOYA, R. T. Aplicação de técnicas de geoprocessamento e métricas da paisagem na análise temporal da cobertura florestal da Bacia do Ribeirão Fortaleza em Blumenau/SC. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Foz do Iguaçu, 2013.

SANTOS, A. M. M. **Análise da Flora do Centro de Endemismo Pernambuco: biogeografia e conservação**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, CCB, UFPE, Recife, 2006.

SANTOS, C. R.; ROCHA, P. C. Análise da Fragmentação da Paisagem na Região Extremo Oeste Paulista, Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 75, p. 325-349, 2020.

SANTOS, E. B.; SILVA, H. P.; ALBUQUERQUE, J. O. Spectral calculation for carbon stock estimation in fragments of the Brazilian Atlantic Forest: case study carried out in the environmental protection area of Guadalupe on the southern coast of the state of Pernambuco - BR, **Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 1, p. 1-29, 2020.

SANTOS, H. A.; SILVA, A. F.; GOMES, V. P.; CANDEIAS, A. L. B. Análise espaço temporal da vegetação na microrregião Baixada Maranhense-MA nos anos de 2000 e 2014 através de sensoriamento remoto. **Anais VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife, Pernambuco, 24-25 agosto, 2016.

SANTOS, J. F. C.; MENDONÇA, B. A. F.; ARAÚJO, E. J. G.; ANDRADE, C. F. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 151-158, 2017.

SANTOS, O. A. A.; GOMES, E. T. A. A questão do desenvolvimento e os desdobramentos recentes do processo de fragmentação do espaço urbano em Recife/PE – o caso do “Projeto Novo Recife”. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 36, n. 2, p. 379-398, 2016.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SANTOS, R. P.; PACHECO, C. S. G. R. Crescimento Desordenado, Segregação Social Nas Cidades Médias Brasileiras: O Caso Da Cidade De Juazeiro/Bahia/Brasil. Recife, **Observatório Geográfico**, v. 1., n. 1, p. 1-19, 2013.

SILVA, H. P. **Mapeamento das áreas sob risco de desertificação no semiárido de Pernambuco a partir de imagens de satélites**. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SILVA, J. M. C.; CASTELET, C. H. **Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira**. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. L. P. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, Sacramento, v. 404, p. 72-74, 2000.

SILVA, M. D.; CLEMENTE, J. C.; SILVA, G. J. A.; ALMEIDA, N. V.; SILVEIRA, J. A. R. Expansão urbana e periferização em cidades de porte médio: crescimento direção e velocidade. In: SILVA, G. J. A.; SILVA, M. D.; SILVEIRA, J. A. R. (org). **Lugares e suas interfaces intraurbanas (transformações urbanas e periferização)**. João Pessoa: Editora PARAIBOA, 2016.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. PADRÕES ESPACIAIS DE FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA FLONA DO IBURA – SERGIPE. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

SIDONIO, L. **Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. BNDES setorial, v. 35, p. 421-463, 2012.

SOS M. A. **Florestas: A Mata Atlântica**. 2016. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/nossa-causa/amata-atlantica/>. Acesso em: 9 de mar. 2021.

SOS. M. A. **Mata Atlântica**. 2020. Disponível em: <http://www.sosmataatlantica.org.br>. Acesso em: 26 dez. 2020.

SOUZA, A. A. **Efeitos de borda, de parâmetro da paisagem e da presença de espécies exóticas na quantidade de carbono estocada em fragmentos de florestas secundárias de mata atlântica em Aldeia, região metropolitana do Recife**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C. A.; SALINO, M.; SOBRAL, D. P. C.; KAMINO, Y. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009.

TABARELLI, M. L. P.; PINTO, J. M. C.; SILVA, M. H. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 19, p. 695-700, 2005.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Editora Massangana, v. 1, p. 1-356, 2002.

TROLL, C. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. **Geoforum**, Wageningen, v.8, p. 43-46, 1971.

TROPMAIR, H. Ecologia da paisagem: uma retrospectiva. **Anais I Fórum de debates Ecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental**. Rio Claro, São Paulo, 4-8 junho, 2000.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 147-160, 2010.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação de processos de desertificação**. Recife: SUDENE-DDL, 1978.

VELOSO, H. P.; FILHO, L. C. O.; VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R.; BRAZÃO, J. E. M.; FILHO, A. L. R. R.; DIAS, B. F. S.; PINTO, G. C. P.; MAGNAGO, H.; PEREIRA, J. B. S.; LIMA, J. C. A.; DAMBRÓS, L. A.; FURTADO, P. P.; KLEIN, R. M.; FILGUEIRAS, T. S.; BARROS, W. D.; SILVA, Z. L. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991.

YOUNG, C. E. F.; FAUSTO, J. R. B. **Valoração de recursos naturais como instrumento de análise da expansão da fronteira agrícola na Amazônia**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997.

ZANELLA, L. **Análise da interferência antrópica na fragmentação da Mata Atlântica e modelos de simulação da paisagem na microrregião da Serra da Mantiqueira do Estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

**APÊNDICE A – MÉTRICAS DA PAISAGEM DOS FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA DE SÃO VICENTE FÉRRER EM 1984**

Tabela 1 – Métricas da Paisagem (ÁREA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984

ÁREA				
Class	NP	CA	MPS	PSSD
0	1	21113,32	21113,32	0
1	1	60104,92	60104,92	0
2	1	57097,26	57097,26	0
3	1	138700	138700	0
4	1	134600	134600	0
5	1	32343,88	32343,88	0
6	1	19112,72	19112,72	0
7	1	89084,91	89084,91	0
8	1	205400	205400	0
9	1	65819,88	65819,88	0
10	1	251400	251400	0
11	1	163300	163300	0
12	1	48878,95	48878,95	0
13	1	1018000	1018000	0
14	1	24128,57	24128,57	0
15	1	56766,07	56766,07	0
16	1	43742,54	43742,54	0
17	1	1070000	1070000	0
18	1	82748,8	82748,8	0
19	1	1324000	1324000	0
20	1	290200	290200	0
21	1	71644,46	71644,46	0
22	1	55100,18	55100,18	0
23	1	485200	485200	0
24	1	255800	255800	0
25	1	508100	508100	0
26	1	165300	165300	0
27	1	812200	812200	0
28	1	500000	500000	0
29	1	2614000	2614000	0
30	1	372100	372100	0
31	1	26640,93	26640,93	0
32	1	22989,13	22989,13	0
33	1	581800	581800	0
34	1	39232,59	39232,59	0
35	1	26083,22	26083,22	0
36	1	45058,87	45058,87	0
37	1	94603,79	94603,79	0
38	1	15770,35	15770,35	0

39	1	678600	678600	0
40	1	183100	183100	0
41	1	1287000	1287000	0
42	1	6306000	6306000	0
43	1	784300	784300	0
44	1	3087000	3087000	0
45	1	1016000	1016000	0
46	1	1738000	1738000	0
47	1	281900	281900	0
48	1	223800	223800	0
49	1	171400	171400	0
50	1	413300	413300	0
51	1	1177000	1177000	0
52	1	473200	473200	0

Onde: **Class** - id do fragmento; **NP** - Number os Patches (Número de Manchas); **CA** - Class Area (Área da Classe); **MPS** – Mean Pach Size (Tamanho Médio da Mancha); **PSSD** - Pach Size Standard Deviation (Desvio Padrão do Tamanho da Mancha).

Tabela 2 – Métricas da Paisagem (ÁREA NÚCLEO / BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984

ÁREA NÚCLEO / BORDA				
Class	NCA	CA	TCCA	CAI
0	1	21113,32	1702,81	8,07
1	1	60104,92	11554,42	19,22
2	1	57097,26	16723,76	29,29
3	1	138728,74	55664,10	40,12
4	1	134615,94	56475,92	41,95
5	1	32343,88	3050,23	9,43
6	1	19112,72	0,00	0,00
7	1	89084,91	30231,22	33,94
8	4	205422,80	42094,02	20,49
9	3	65819,88	5807,99	8,82
10	2	251440,75	108444,92	43,13
11	1	163306,70	70764,44	43,33
12	1	48878,95	11098,77	22,71
13	4	1018142,80	492431,91	48,37
14	1	24128,57	1414,91	5,86
15	2	56766,07	9300,32	16,38
16	1	43742,54	3773,63	8,63
17	4	1069791,14	660629,42	61,75
18	1	82748,80	30194,18	36,49
19	2	1323831,46	885667,09	66,90
20	1	290186,43	175373,11	60,43
21	1	71644,46	26193,10	36,56

22	1	55100,18	12837,52	23,30
23	2	485204,53	304537,07	62,76
24	1	255802,55	150942,55	59,01
25	1	508103,17	372126,18	73,24
26	1	165276,23	70334,43	42,56
27	2	812230,20	471033,72	57,99
28	2	499992,21	227022,09	45,41
29	3	2613767,84	2062523,68	78,91
30	2	372120,47	176618,72	47,46
31	1	26640,93	254,39	0,95
32	1	22989,13	292,61	1,27
33	3	581767,13	267445,40	45,97
34	1	39232,59	5029,21	12,82
35	1	26083,22	1474,14	5,65
36	2	45058,87	4131,59	9,17
37	2	94603,79	15478,27	16,36
38	1	15770,35	54,65	0,35
39	3	678616,64	365071,55	53,80
40	1	183052,45	59589,03	32,55
41	2	1286821,59	818499,94	63,61
42	1	6305804,64	5515698,16	87,47
43	1	784315,66	594064,36	75,74
44	1	3087465,98	2414884,98	78,22
45	2	1016051,10	618684,70	60,89
46	2	1737712,65	1291255,97	74,31
47	1	281894,62	182536,30	64,75
48	2	223842,49	92567,75	41,35
49	1	171398,84	86610,79	50,53
50	1	413264,47	229361,23	55,50
51	2	1176573,05	743071,53	63,16
52	1	473242,08	288637,73	60,99

Onde: **Class** - id do fragmento; **NCA** - Number of Core Areas (Números de Áreas-núcleo Remanecentes); **CA** - Class Area (Área da Classe); **TCAA** – Total Class Core Area (Áreas-núcleo Total Remanecente); **CAI** – Core Area Index (Índice de Área-núcleo).

Tabela 2 – Métricas da Paisagem (BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984

BORDA			
Class	NP	TE	MPE
0	1	583,68	583,68
1	1	1207,70	1207,70
2	1	990,44	990,44
3	1	1838,40	1838,40

4	1	1814,62	1814,62
5	1	765,47	765,47
6	1	785,13	785,13
7	1	1417,17	1417,17
8	1	3744,07	3744,07
9	1	1468,89	1468,89
10	1	3081,94	3081,94
11	1	2058,64	2058,64
12	1	938,91	938,91
13	1	11059,34	11059,34
14	1	667,28	667,28
15	1	1158,20	1158,20
16	1	995,88	995,88
17	1	8538,21	8538,21
18	1	1231,69	1231,69
19	1	9123,67	9123,67
20	1	2472,90	2472,90
21	1	1087,66	1087,66
22	1	1077,59	1077,59
23	1	4000,15	4000,15
24	1	2280,87	2280,87
25	1	2899,55	2899,55
26	1	2078,78	2078,78
27	1	7091,89	7091,89
28	1	5816,26	5816,26
29	1	11381,20	11381,20
30	1	4174,59	4174,59
31	1	846,18	846,18
32	1	661,26	661,26
33	1	6839,34	6839,34
34	1	963,60	963,60
35	1	683,31	683,31
36	1	1000,96	1000,96
37	1	1901,45	1901,45
38	1	499,10	499,10
39	1	6759,45	6759,45
40	1	2794,53	2794,53
41	1	9684,03	9684,03
42	1	16019,35	16019,35
43	1	4003,59	4003,59
44	1	13742,99	13742,99
45	1	8209,88	8209,88
46	1	9220,61	9220,61
47	1	2172,19	2172,19
48	1	2856,73	2856,73
49	1	1868,40	1868,40

50	1	3917,21	3917,21
51	1	9001,20	9001,20
52	1	3894,90	3894,90

Onde: **Class** - id do fragmento; **NP** - Number os Patches (Número de Manchas); **TE** – Total Edge (Soma das Bordas); **MPE** – Mean Patche Edge (Comprimento Médio da Borda).

Tabela 4 – Métricas da Paisagem (FORMA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 1984

FORMA				
Class	NP	MSI	MPAR	MFRACT
0	1	1,133	0,028	1,279
1	1	1,390	0,020	1,290
2	1	1,169	0,017	1,260
3	1	1,393	0,013	1,270
4	1	1,395	0,013	1,271
5	1	1,201	0,024	1,279
6	1	1,602	0,041	1,352
7	1	1,339	0,016	1,273
8	1	2,330	0,018	1,345
9	1	1,615	0,022	1,315
10	1	1,734	0,012	1,292
11	1	1,437	0,013	1,271
12	1	1,198	0,019	1,268
13	1	3,092	0,011	1,346
14	1	1,212	0,028	1,289
15	1	1,371	0,020	1,289
16	1	1,343	0,023	1,292
17	1	2,328	0,008	1,304
18	1	1,208	0,015	1,257
19	1	2,237	0,007	1,294
20	1	1,295	0,009	1,242
21	1	1,146	0,015	1,251
22	1	1,295	0,020	1,279
23	1	1,620	0,008	1,267
24	1	1,272	0,009	1,242
25	1	1,147	0,006	1,214
26	1	1,442	0,013	1,272
27	1	2,220	0,009	1,303
28	1	2,320	0,012	1,321
29	1	1,986	0,004	1,264
30	1	1,931	0,011	1,300
31	1	1,462	0,032	1,323
32	1	1,230	0,029	1,293
33	1	2,529	0,012	1,330

34	1	1,372	0,025	1,299
35	1	1,194	0,026	1,284
36	1	1,330	0,022	1,289
37	1	1,744	0,020	1,318
38	1	1,121	0,032	1,286
39	1	2,315	0,010	1,313
40	1	1,842	0,015	1,310
41	1	2,408	0,008	1,305
42	1	1,800	0,003	1,237
43	1	1,275	0,005	1,222
44	1	2,207	0,004	1,275
45	1	2,298	0,008	1,303
46	1	1,973	0,005	1,271
47	1	1,154	0,008	1,225
48	1	1,703	0,013	1,292
49	1	1,273	0,011	1,250
50	1	1,719	0,009	1,279
51	1	2,340	0,008	1,303
52	1	1,597	0,008	1,265

Onde: **Class** - id do fragmento; **NP** - Number os Patches (Número de Manchas); **MSI** - Mean Shape Index (Índice Médio de Forma); **MPAR** - Mean Perimeter Area Ratio (Razão Media do Perímetro pela Área); **MFRACT** - Mean Fractal Dimension (Dimensão Fractal Média).

**APÊNDICE B – MÉTRICAS DA PAISAGEM DOS FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA DE SÃO VICENTE FÉRRER EM 2020**

Tabela 5 – Métricas da Paisagem (ÁREA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021

ÁREA				
Class	NP	CA	MPS	PSSD
0	1	128694,51	128694,51	0,00
1	1	995245,16	995245,16	0,00
2	1	187047,15	187047,15	0,00
3	1	32044,78	32044,78	0,00
4	1	229720,33	229720,33	0,00
5	1	14769,63	14769,63	0,00
6	1	76493,22	76493,22	0,00
7	1	149010,50	149010,50	0,00
8	1	151678,24	151678,24	0,00
9	1	119574,32	119574,32	0,00
10	1	94690,81	94690,81	0,00
11	1	83156,48	83156,48	0,00
12	1	29924,78	29924,78	0,00
13	1	29304,64	29304,64	0,00
14	1	342570,40	342570,40	0,00
15	1	154150,54	154150,54	0,00
16	1	428855,91	428855,91	0,00
17	1	38123,96	38123,96	0,00
18	1	14381,98	14381,98	0,00
19	1	34718,89	34718,89	0,00
20	1	149972,26	149972,26	0,00
21	1	571938,08	571938,08	0,00
22	1	1152212,01	1152212,01	0,00
23	1	139048,74	139048,74	0,00
24	1	43167,05	43167,05	0,00
25	1	5230221,24	5230221,24	0,00
26	1	2720228,69	2720228,69	0,00
27	1	345682,88	345682,88	0,00
28	1	1570687,04	1570687,04	0,00
29	1	1363723,24	1363723,24	0,00
30	1	263007,34	263007,34	0,00
31	1	46332,39	46332,39	0,00
32	1	71582,57	71582,57	0,00
33	1	124782,05	124782,05	0,00
34	1	155752,37	155752,37	0,00
35	1	225953,07	225953,07	0,00
36	1	75832,38	75832,38	0,00
37	1	21795,34	21795,34	0,00
38	1	152241,20	152241,20	0,00

39	1	18138,08	18138,08	0,00
40	1	60126,69	60126,69	0,00
41	1	12562,56	12562,56	0,00
42	1	767247,79	767247,79	0,00
43	1	30624,59	30624,59	0,00
44	1	24309,90	24309,90	0,00
45	1	11445,88	11445,88	0,00
46	1	2715388,55	2715388,55	0,00
47	1	32141,07	32141,07	0,00
48	1	31098,94	31098,94	0,00

Onde: **Class** - id do fragmento; **NP** - Number os Patches (Número de Manchas); **CA** - Class Area (Área da Classe); **MPS** – Mean Pach Size (Tamanho Médio da Mancha); **PSSD** - Pach Size Standard Deviation (Desvio Padrão do Tamanho da Mancha).

Tabela 6 – Métricas da Paisagem (ÁREA NÚCLEO / BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021

ÁREA NÚCLEO / BORDA				
Class	NCA	CA	TCCA	CAI
0	1	128694,51	37119,42	28,84
1	7	995245,16	375610,78	37,74
2	2	187047,15	61618,08	32,94
3	1	32044,78	1717,98	5,36
4	5	229720,33	11821,16	5,15
5	1	14769,63	0,00	0,00
6	1	76493,22	3502,06	4,58
7	4	149010,50	26718,08	17,93
8	2	151678,24	62932,98	41,49
9	5	119574,32	3903,96	3,26
10	3	94690,81	5839,45	6,17
11	2	83156,48	21994,21	26,45
12	1	29924,78	3477,76	11,62
13	1	29304,64	24,89	0,08
14	3	342570,40	131115,83	38,27
15	3	154150,54	19185,30	12,45
16	5	428855,91	152269,75	35,51
17	1	38123,96	1693,57	4,44
18	1	14381,98	0,00	0,00
19	1	34718,89	0,00	0,00
20	1	149972,26	46431,72	30,96
21	11	571938,08	151524,44	26,49
22	1	1152212,01	524689,09	45,54
23	2	139048,74	38967,07	28,02
24	2	43167,05	2116,94	4,90
25	1	5230221,24	4493343,91	85,91

26	1	2720228,69	1954136,38	71,84
27	2	345682,88	201078,33	58,17
28	1	1570687,04	1096260,96	69,79
29	1	1363723,24	900589,89	66,04
30	2	263007,34	90315,57	34,34
31	1	46332,39	2342,55	5,06
32	1	71582,57	20643,75	28,84
33	1	124782,05	61065,21	48,94
34	4	155752,37	19260,55	12,37
35	3	225953,07	32636,41	14,44
36	2	75832,38	3947,59	5,21
37	1	21795,34	0,00	0,00
38	4	152241,20	20178,48	13,25
39	1	18138,08	127,58	0,70
40	1	60126,69	7190,55	11,96
41	1	12562,56	0,00	0,00
42	1	767247,79	545581,54	71,11
43	1	30624,59	114,23	0,37
44	1	24309,90	0,00	0,00
45	1	11445,88	0,00	0,00
46	2	2715388,55	1856659,99	68,38
47	2	32141,07	1378,78	4,29
48	2	31098,94	253,75	0,82

Onde: **Class** - id do fragmento; **NCA** - Number of Core Areas (Números de Áreas-núcleo Remanecentes); **CA** - Class Area (Área da Classe); **TCAA** – Total Class Core Area (Áreas-núcleo Total Remanecente); **CAI** – Core Area Index (Índice de Área-núcleo).

Tabela 7 – Métricas da Paisagem (BORDA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021

BORDA			
Class	NP	TE	MPE
0	1	2202,33	2202,33
1	1	14709,49	14709,49
2	1	2879,33	2879,33
3	1	938,93	938,93
4	1	5919,49	5919,49
5	1	633,41	633,41
6	1	2580,81	2580,81
7	1	2773,45	2773,45
8	1	2106,70	2106,70
9	1	3337,69	3337,69
10	1	2429,81	2429,81
11	1	1446,14	1446,14

12	1	846,74	846,74
13	1	1105,86	1105,86
14	1	4612,43	4612,43
15	1	3624,57	3624,57
16	1	6124,02	6124,02
17	1	1093,56	1093,56
18	1	544,60	544,60
19	1	1389,36	1389,36
20	1	2328,37	2328,37
21	1	9672,57	9672,57
22	1	12880,06	12880,06
23	1	2272,85	2272,85
24	1	1147,27	1147,27
25	1	14976,23	14976,23
26	1	15569,40	15569,40
27	1	3099,80	3099,80
28	1	9701,10	9701,10
29	1	9511,68	9511,68
30	1	3874,88	3874,88
31	1	1415,27	1415,27
32	1	1270,93	1270,93
33	1	1449,43	1449,43
34	1	3502,09	3502,09
35	1	4515,96	4515,96
36	1	2125,30	2125,30
37	1	981,97	981,97
38	1	3465,97	3465,97
39	1	559,45	559,45
40	1	1581,42	1581,42
41	1	449,12	449,12
42	1	4767,78	4767,78
43	1	1131,08	1131,08
44	1	959,69	959,69
45	1	548,04	548,04
46	1	17910,40	17910,40
47	1	812,82	812,82
48	1	843,84	843,84

Onde: **Class** - id do fragmento; **NP** - Number os Patches (Número de Manchas); **TE** – Total Edge (Soma das Bordas); **MPE** – Mean Patche Edge (Comprimento Médio da Borda).

Tabela 8 – Métricas da Paisagem (FORMA) dos Fragmentos de Mata Atlântica de São Vicente Férrer em 2021

FORMA				
Class	NP	MSI	MPAR	MFRACT
0	1	1,732	0,017	1,308
1	1	4,159	0,015	1,390
2	1	1,878	0,015	1,312
3	1	1,480	0,029	1,319
4	1	3,484	0,026	1,407
5	1	1,470	0,043	1,344
6	1	2,632	0,034	1,397
7	1	2,027	0,019	1,331
8	1	1,526	0,014	1,283
9	1	2,723	0,028	1,388
10	1	2,227	0,026	1,361
11	1	1,415	0,017	1,285
12	1	1,381	0,028	1,308
13	1	1,822	0,038	1,363
14	1	2,223	0,013	1,324
15	1	2,604	0,024	1,372
16	1	2,638	0,014	1,345
17	1	1,580	0,029	1,327
18	1	1,281	0,038	1,316
19	1	2,103	0,040	1,384
20	1	1,696	0,016	1,301
21	1	3,608	0,017	1,385
22	1	3,385	0,011	1,356
23	1	1,719	0,016	1,305
24	1	1,558	0,027	1,320
25	1	1,847	0,003	1,243
26	1	2,663	0,006	1,303
27	1	1,487	0,009	1,261
28	1	2,184	0,006	1,287
29	1	2,298	0,007	1,297
30	1	2,131	0,015	1,324
31	1	1,855	0,031	1,351
32	1	1,340	0,018	1,279
33	1	1,157	0,012	1,241
34	1	2,503	0,022	1,365
35	1	2,680	0,020	1,365
36	1	2,177	0,028	1,364
37	1	1,876	0,045	1,379
38	1	2,506	0,023	1,366
39	1	1,172	0,031	1,290

40	1	1,819	0,026	1,339
41	1	1,130	0,036	1,294
42	1	1,535	0,006	1,250
43	1	1,823	0,037	1,361
44	1	1,736	0,039	1,360
45	1	1,445	0,048	1,350
46	1	3,066	0,007	1,322
47	1	1,279	0,025	1,291
48	1	1,350	0,027	1,303

Onde: **Class** - id do fragmento; **NP** - Number os Patches (Número de Manchas); **MSI** - Mean Shape Index (Índice Médio de Forma); **MPAR** - Mean Perimeter Area Ratio (Razão Media do Perímetro pela Área); **MFRACT** - Mean Fractal Dimension (Dimensão Fractal Média).

APÊNDICE C – IMAGENS UTILIZADAS PARA ANÁLISE DA ECOLOGIA DA PAISAGEM EM RECORTE DE PROXIMIDADE DO LAND VIEWER - EOS DATA ANALYTICS

Figura 19 – Imagem do satélite LANDSAT 5 (28 de julho de 1984)

Imagem do satélite LANDSAT 5 utilizada para análise da Ecologia da Paisagem

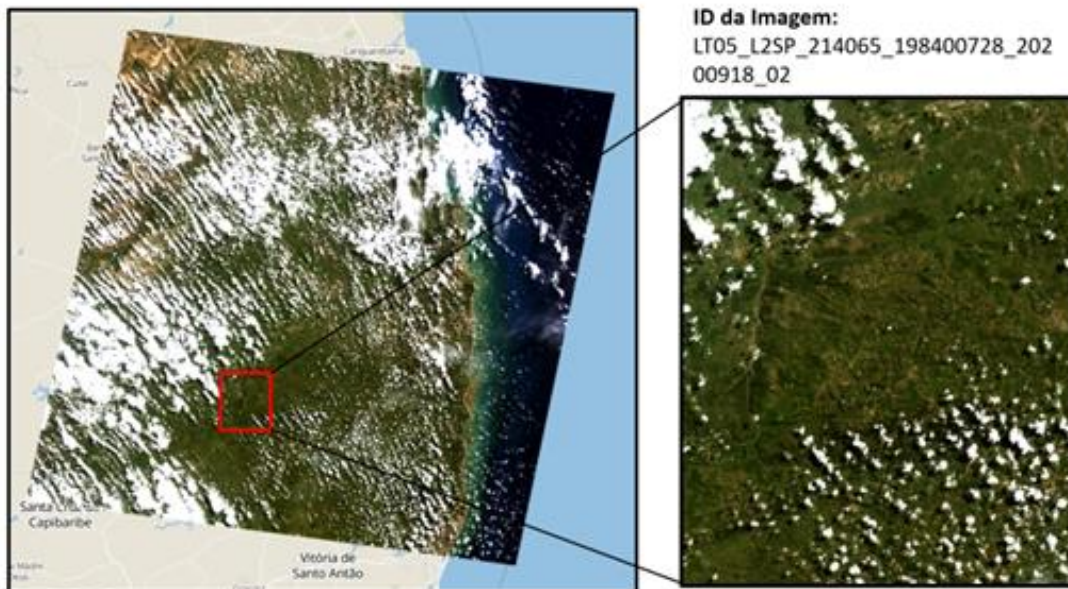


Figura 20 – Imagem do satélite LANDSAT 8 (23 de janeiro de 2021)

Imagem do satélite LANDSAT 8 utilizada para análise da Ecologia da Paisagem

