UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DOUTORADO EM GEOGRAFIA – ANÁLISE AMBIENTAL

MAYRA STEVANATO

ANÁLISE TEMPORAL DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS EM FÊNIX-PR: DESAFIOS DA CONSERVAÇÃO

MARINGÁ
2024

MAYRA STEVANATO

ANÁLISE TEMPORAL DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS EM FÊNIX-PR: DESAFIOS DA CONSERVAÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, área de concentração Análise Ambiental, do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Dr. Mauro Parolin
Coorientadora: Dra. Ana Paula Colavite

MARINGÁ
2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

Stevanato, Mayra

S843a Análise temporal dos fragmentos florestais em Fênix-PR : desafios da conservação / Mayra Stevanato. -- Maringá, PR, 2024.
164 f.: il. color., figs., tabs., maps.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Parolin.
Coorientadora: Profa. Dra. Ana Paula Colavite.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2024.

1. Fragmentação florestal. 2. Ecologia de paisagem. 3. Biogeografia. 4. Políticas ambientais. I. Parolin, Mauro, orient. II. Colavite, Ana Paula, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

CDD 23.ed. 910

Márcia Regina Paiva - CRB-9/1267

ANÁLISE TEMPORAL DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS EM FÊNIX-PR: DESAFIOS DA CONSERVAÇÃO

Tese de Doutorado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Geografia, área de concentração: Análise Regional e Ambiental, linha de pesquisa Análise Ambiental.

Aprovada em **02 de fevereiro de 2024.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Parolin
Orientador- PGE/UEM

Profª. Drª. Ana Paula Colavite
Coorientadora - UNESPAR

Prof. Dr Marcelo Galeazzi Caxambu
Membro convidado – UTFPR

Prof. Dr Jefferson de Queiroz Crispim
Membro convidado - UNESPAR

Profª. Drª. Larissa Donato
Membro convidado - UEM

Prof. Dr. Helio Silveira
Membro convidado – UEM

Dedico este trabalho a todas as mulheres que
desbravaram e pavimentaram caminhos para suas futuras gerações,
em especial às minhas avós e mãe.

Dedico também à minha menina Manuela,
que após chegar ao mundo, iluminou minha vida com sua luz!

AGRADECIMENTOS

Essa pesquisa tem uma dívida de gratidão imensa com tantas pessoas, que as linhas que se seguem são incapazes de demonstrar com fidelidade as incontáveis contribuições que recebi. Já dizia Raul Seixas, "*Nunca se vence uma guerra lutando sozinho*" e assim sendo, nomeio neste espaço aqueles que enfrentaram essa comigo e são tão autores deste trabalho quanto eu.

Aos melhores orientadores...

Ao Professor Mauro Parolin, que em 2013, ao me conceder a oportunidade de ingressar na pesquisa, abriu meus olhos para um mundo repleto de possibilidades. Ao longo desses dez anos de jornada, tive a honra de trabalhar e aprender com um grande exemplo de professor, pesquisador e, acima de tudo, de ser humano. Sua dedicação à ciência, ao ensino de qualidade e ao LEPAFE, sempre demonstrou que o papel de um professor vai além do simples ato de transmitir conceitos e ideias. Meu profundo obrigada por todos esses anos de apoio e inspiração.

À Professora Ana Paula Colavite, a quem admiro e me inspiro desde a primeira aula na graduação. Obrigada por ter sido um dos maiores suportes nestes 4 anos de doutoramento. Por cada correção, cada dica, cada incentivo e cada conversa. A você que é exemplo de profissional, de mulher e que hoje tenho a honra de chamar de amiga, o meu muito obrigada.

As instituições e pessoas que fizeram com que este trabalho fosse possível....

Agradeço a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo financiamento e concessão da bolsa de doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UEM - PGE por todo apoio. Em especial, agradeço a Miriam e Josi, por sempre me atenderem tão bem todos estes anos.

À Secretaria de Meio Ambiente e a Prefeitura Municipal de Fênix - PR, pelas autorizações e informações concedidas.

Ao Instituto de Água e Terra do Paraná - IAT, em especial ao João e a Edwania, funcionários do PEVRES. Minha eterna gratidão por toda ajuda em campo, acompanhamento, conversas e troca de experiências, vocês foram primordiais para o desenvolvimento dessa pesquisa.

À Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR e ao Colegiado de Geografia da Unespar de Campo Mourão, local onde me formei e hoje tenho a honra de lecionar, obrigada pelo apoio de sempre.

Aos professores Edson Yokoo, Jefferson Crispim, Eloisa Parolin, Valéria Postali e Larissa Donato pelo incentivo, debates acadêmicos e informais.

Ao Herbário HCF da UTFPr, pelo empréstimo de equipamentos. Ao Professor Marcelo Caxambu por todas suas contribuições e apoio.

Aos Desorientados do LEPAFE: Tati, Ricardo, Fernando, Adriana, Tiago, Taila, Renan, Tainara e Lu obrigada pelas trocas de informações, pelos cafés de gosto questionável, por toda ajuda e pelo riso certo de sempre.

Ao Diogo Yukio pela parceria nas disciplinas e publicações.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação e que de alguma forma contribuíram para minha evolução.

Aos coautores espirituais, emocionais e afetivos dessa tese...

À Eliane Tibuci, que com todo seu profissionalismo me guiou e ajudou a manter o equilíbrio emocional neste processo.

À Renatinha, meu porto seguro. Com quem já dividi quarto, angustias, cervejas e a vida. Obrigada por todo amor, incentivo, escuta, suporte e felicidade que você traz para minha vida desde todo o sempre.

A Dani e Lary, as amigas que eu não sabia que me faltavam...mas que chegaram revolucionando e completando. Entre conversas, jogos e terapias vocês fizeram esse processo ser mais leve e me transformaram em uma pessoa muito melhor!

À Drielle por todo amor e cumplicidade desde a infância. Com quem cresci e compartilho hoje os anseios e alegrias da vida adulta e da maternidade. Minha irmã de alma.

Ao Gilmar, meu compadre, obrigada pela amizade e ajuda em campo.

À Giliane, que me foi suporte na área acadêmica e pessoal desde quando nos “esbarramos” no LEPAFE. Pelos anos de amizade e companheirismo que desafiam as barreiras geográficas. Entre cafés e cervejas, conversas leves e “terapeutizadas”, obrigada por tanto!

Ao Igor pela ajuda com as imagens, pelos cafés, discos e conversas compartilhadas... por me trazer as melhores e mais inusitadas informações sempre.

À Adeline, por me ajudar com os textos e ter se tornado uma amiga muito especial.

À Andrea e Jorge pelos cuidados com toda minha família.

E falando em família, meus agradecimentos a essa que nunca mediu esforços para que eu conseguisse estudar e alcançar meus sonhos...

Meu pai, Celso Stevanato, que além de me despertar a paixão pelo “mato”, foi a campo comigo, buscou informações, fez fotos... você foi primordial para que esse trabalho fosse realizado.

Minha mãe, Aparecida Stevanato, que sempre foi meu maior exemplo de professora e de luta pelo conhecimento. Por me guardar sempre em suas orações, me incentivar em todos os momentos e nunca me deixar desistir.

Minha irmã Monique, por todo o amor, ajuda e companheirismo. Obrigada por suas orações e bolos maravilhosos!

Ao meu cunhado Felipe, por toda ajuda de sempre.

À minha sogra, Vanda Reino, por todo apoio, pelos cuidados a minha filha e pelo incentivo nestes tantos anos.

Ao meu sobrinho Fernando, que chegou em meio a esse processo de doutoramento me trazendo tanto amor e ensinamentos sobre a vida.

À Manuela, que mesmo sem saber foi a maior incentivadora desse doutorado. Que fez eu me redescobrir como pessoa e me mostrou a força que eu não imaginava ter. Pelos abraços quentinhos e pelos “eu te amo” em momentos aleatórios do dia. Pelos “tetis” entre as leituras. Pelos diálogos mais improváveis e reflexivos. Pela alegria de te ver crescer. Pelo amor que você despertou em mim.

Ao Marcos, meu companheiro de vida. Por todas as vezes que você não me deixou cair e pelas tantas vezes em que me ajudou a levantar. Pelas músicas e cafés em meio a escrita, pela ajuda com os equipamentos de campo, pelas discussões de resultados e por ser presente. Pelo amor, pela segurança, pela alegria, por abraçar meus sonhos junto comigo. Por sonhar comigo.

Ao Grande Criador, que não apenas nestes 4 anos, mas em especial neles, me mostrou toda sua grandiosidade, força e amor.

... A todos vocês, minha gratidão!

SUMÁRIO

RESUMO 3

INTRODUÇÃO 8

1. A ECOLOGIA DA PAISAGEM NO ESTUDO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS 12

1.1. A Ecologia De Paisagem 12

1.2. Fragmentação Florestal 16

1.2.1. Estrutura da Paisagem na dinâmica dos Fragmentos Florestais 19

1.2.2. Efeitos da Fragmentação Florestal – Efeito de Borda e Isolamento 24

1.3. As Métricas Da Paisagem No Estudo Dos Fragmentos Florestais 27

2. A POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL BRASILEIRA – CONTEXTO HISTÓRICO E ATUAL 30

2.1. Preservação florestal: uma ideia que atravessa séculos 30

2.2. As primeiras ações ambientais brasileiras 32

2.3. O Código Florestal De 1934: os primeiros mecanismos legais de proteção às florestas 40

2.4. De 1965 a 2012 – A evolução das legislações florestais no Brasil 42

2.5. Código Florestal de 2012 - O retrocesso 52

2.6. Legislações da Mata Atlântica 56

2.7. Formações Vegetais Primárias e Estágios Sucessionais de Vegetação Secundária 59

3. PERCURSOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DA PESQUISA 63

3.1. Localização e caracterização da área de estudo 65

3.2. Levantamento bibliográfico e documental 72

3.3. Mapeamento das transformações do uso e cobertura do solo 74

3.4. Métricas de paisagem 76

3.5. Classificação da Sucessão Vegetacional e Efeito de Borda em campo 78

4. ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE FÊNIX, PARANÁ - BRASIL, PELO USO E COBERTURA DA TERRA 83

4.1. O início do processo de fragmentação florestal e as alterações nos tipos de uso e cobertura do solo - Décadas de 1950 a 1970 84

4.2. Alterações nos tipos de uso e cobertura do solo de Fênix - 1985 a 2020 89

5. PROCESSO DE EVOLUÇÃO FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE FÊNIX-PR 97

5.1. Processo de Fragmentação e Recuperação da Floresta 97

5.2. Os fragmentos atuais – Estágio de Sucessão e Efeito de Borda 108

6. CONCLUSÃO 144

REFERÊNCIAS 147

RESUMO

A ciência geográfica passou por significativas transformações e atualizações desde sua existência, adaptando-se para atender as crescentes exigências nas esferas social, ambiental e tecnológica. Atualmente, diante dos efeitos da intervenção humana no meio ambiente, torna-se indispensável voltar olhares para o planejamento ambiental. É inegável que a ação antrópica, ao buscar benefícios econômicos, acarreta impactos substanciais no meio natural, ameaçando o equilíbrio ambiental. Nesse contexto, a preservação dos recursos naturais remanescentes torna-se uma prioridade para aqueles comprometidos com as questões ambientais. Estruturada em quatro capítulos, esta tese objetivou promover uma análise abrangente sobre a aplicação da Ecologia de Paisagem em ambientes fragmentados, considerando a evolução histórica desta como ferramenta analítica, o contexto das políticas públicas ambientais brasileiras aplicadas a preservação florestal, e análises multitemporais realizadas no município de Fênix - PR. Ao se aprofundar nas dinâmicas temporais deste município, aplicando métricas de paisagem e análises em campo, a pesquisa revela um aumento quantitativo na cobertura vegetal, de 330 para 406 fragmentos, indicando uma aparente expansão de 11,06% para 15,05% em relação à área total do município, alcançando 3.517,47 hectares de áreas de floresta. No entanto, a área core não segue esse crescimento proporcional, mantendo-se em 1.800 hectares. Ao considerarmos o efeito de borda sobre estes fragmentos, constatou-se que a configuração espacial destes apresenta desafios desfavoráveis à preservação efetiva. Foram selecionados 6 fragmentos de tamanhos e configurações diferentes para verificação do estado atual da vegetação e constatou-se que apesar das limitações, estes fragmentos desempenham papel vital na conservação da biodiversidade, abrigando espécies nativas, incluindo ameaçadas de extinção. Em suma, os resultados apontam para a necessidade de estratégias adaptativas na gestão ambiental, considerando não apenas a expansão quantitativa, mas também melhorias qualitativas sustentáveis nos ecossistemas de Fênix e na Mata Atlântica.

Palavras-chave: Paisagem Fragmentada; Políticas Ambientais; Dinâmica Temporal.

ABSTRACT

Geographic science has undergone transformations and updates since its existence, adapting to meet growing demands in the social, environmental and technological spheres. Currently, given the effects of human intervention on the environment, it is necessary to turn our attention to environmental planning. It is undeniable that human action, when seeking economic benefits, causes substantial impacts on the natural environment, threatening the environmental balance. In this context, the preservation of remaining natural resources becomes a priority for those committed to environmental issues. Structured into four chapters, this thesis aims to promote a comprehensive analysis of the application of Landscape Ecology in fragmented environments, considering the historical evolution of this as an analytical tool, the context of Brazilian environmental public policies applied to forest preservation, and multi-temporal analyzes carried out in the municipality of Fênix – PR. By delving deeper into the temporal dynamics of this municipality, applying landscape metrics and field analyses, the research reveals a quantitative increase in vegetation cover, from 330 to 406 fragments, revealing an apparent expansion from 11.06% to 15.05% in relation to the total area of the municipality, reaching 3,517.47 hectares of forest areas. However, the core area does not follow this proportional growth, remaining at 1,800 hectares. When considering the edge effect on these fragments, we discover that their spatial configuration presents unfavorable challenges to effective preservation. Despite these limitations, when analyzing the fragments in the field, they guarantee that they play a vital role in the conservation of biodiversity, housing native species, including those threatened with extinction. In short, the results point to the need for adaptive strategies in environmental management, considering not only quantitative expansion, but also sustainable qualitative improvements in the ecosystems of Fênix and the Atlantic Forest.

Keywords: Fragmented Landscape; Environmental Policies; Temporal Dynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização original da Mata Atlântica conforme Lei Federal nº11.428/2006 e seus remanescentes. Fonte: adaptado de SOS Mata Atlântica e INPE (2021)..... 18
Figura 2. Dados sobre o desmatamento da Mata Atlântica. Fonte: Adaptado de SOS Mata Atlântica e INPE (2021) 18
Figura 3. Demonstração do processo de fragmentação florestal. Fonte: Adaptado de Metzger (2003) 20
Figura 4. Funções dos corredores ecológicos. Habitat: Local de permanência das espécies; Conduta: Local de passagem; Filtro: Permissão/barreira de entrada de determinadas espécies; Fonte: Local de surgimento das espécies; Sumidouro: Local de desaparecimento de espécies. Fonte: adaptado de Pereira e Cestaro (2016)..... 21
Figura 5. Conectividade na Matriz. A- Conectividade através da matriz; B- *Stepping Stones* (Trampolins ecológicos); C – Corredor ecológico. Fonte: adaptado de Pereira e Cestaro (2016) 22
Figura 6. Composição da matriz. Fonte: Metzger et al. (2010) 23
Figura 7. Configuração das Bordas. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023..... 26
Figura 8. Gravura de Rugendas mostrando a colheita de café realizada por braços escravos, nos arredores da cidade do Rio de Janeiro. Ao fundo, o morro do Pão-de-Açúcar. 34
Figura 9. "Defrichement d'une forêt", retrata o desmatamento da Floresta da Tijuca para dar espaço ao plantio de café. Trata-se de uma gravura de Laurent Deroy (1797-1886), feita a partir de um desenho de Johan Moritz Rugendas (1802-1858) no período que esteve no Rio de Janeiro, entre 1822 e 1824. Obra "Viagem pitoresca através do Brasil". 35
Figura 10. Área do Parque Nacional da Tijuca e seus setores. Setor A – Floresta da Tijuca, Setor B – Serra da Carioca, Setor C - Pedra Bonita/ Pedra da Gávea e Setor C - Pretos Forros/Covanca. Fonte: Silva et al (2017).. 37
Figura 11. Principais legislações brasileiras de proteção florestal. Fonte: Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 39
Figura 12. Largura mínima das áreas de APP segundo Código Florestal de 1965. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024..... 43
Figura 13. Os limites de APPs definidas pela Lei Nº 7.511/86. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024..... 46
Figura 14. Os limites de APPs definidas pela Lei Nº 7.803/89. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024..... 47
Figura 15. Mapa de distribuição das Unidades de Conservação no Brasil. Fonte: MMA (2019) 49
Figura 16. Diferença entre as formas de medição das APP's Hídricas. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024. . 54
Figura 17. Localização do município de Fênix -PR 66
Figura 18. Geomorfologia do município de Fênix – PR..... 67
Figura 19. Mapa de solos do município de Fênix – PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022. 68
Figura 20. Mapas de hipsometria de Fênix - PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022..... 69
Figura 21. Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Floresta Estacional Semidecidual. Fonte: Roderjan et al (2002)..... 70
Figura 22. Vegetação original do município de Fênix-PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022..... 71
Figura 23. Fragmentos florestais de Fênix. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023..... 72
Figura 24. Processamento das imagens MapBiomas. Fonte: MAPBIOMAS (2023) 75
Figura 25. Localização dos fragmentos selecionados para avaliação em campo. A- RL - Sítio Stevanato; B- Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo; C- RPPN Bernard Philuppe Marie Philibert de Laguiche (Conde Laguiche - Cidade Real); D - RPPN Ivan Luís de Castro Bittencourt; E - RL – Bonina; F- RPPN José Cândido da Silva Muricy Neto. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023 80
Figura 26. Método de coleta de dados em campo. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 81
Figura 27. Maquete de Villa Rica del Espiritu Santo exposta no museu localizado no PEVRES. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023..... 83
Figura 28. Primeiras construções do município de Fênix em 1948. Na fotografia está presente Joaquim Vicente de Castro e Alduino Bocchi (pioneiros) acompanhados de indígenas. Fonte: Grupo Facebook "EU AMO FÊNIX"85
Figura 29. Transporte da hortelã em 1950. Fonte: Grupo Facebook "EU AMO FÊNIX" 87
Figura 30. Mapas de uso e ocupação do solo. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022..... 90
Figura 31. Dados das culturas agrícolas do município entre 1985 e 2020. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 91
Figura 32. Transporte da Colheita do Algodão em Fênix na década de 1980. Fonte: Grupo de Facebook "Eu amo Fênix"..... 92
Figura 33. Evolução Espacial da Cobertura Florestal de 1985 a 2020 em Fênix – PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 100

Figura 34. Evolução Espacial da Cobertura Florestal de 1985 a 2020 em Fênix – PR, desconsiderando as áreas de borda (50 metros). Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 102
Figura 35. Gráficos comparativos entre área total, área core e quantidade de fragmentos. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 103
Figura 36. Resultado dos índices de circularidade aplicados nos fragmentos florestais do município de Fênix, de 1985 a 2020. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 105
Figura 37. Exemplo de fragmentos alongados em Fênix-PR. Fonte: Google Earth (2023). 105
Figura 38. Corredor de APP Fluvial conectado a um fragmento (PEVRES). Fonte: Google Earth (2023) 106
Figura 39. Comparativo entre área total, área core e distância entre os fragmentos. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 107
Figura 40. Fragmento 1. A- Visão lateral do fragmento; b- borda e c- Imagem de satélite, visão superior do fragmento. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 112
Figura 41. Fragmento 1. a, b e c – Bordas do fragmentos; d- Interior do fragmento. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 113
Figura 42. Distribuição arbórea no transecto no fragmento 1. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 114
Figura 43. Pontos em que foram realizados os transectos. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023 115
Figura 44. Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo. Fonte: Google Earth (2023). 116
Figura 45. Fotografias do Parque Estadual Vila Rica do Espirito Santo. A- Entrada do Parque; B, C e D – Laterais externas do Parque; E – Lago no interior do Parque e F- Museu no interior do Parque. 116
Figura 46. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 1. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 117
Figura 47. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 2. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 119
Figura 48. Fragmento 2. a, b – Epífitas; c- Interior do fragmento; d- *Ficus guaranítica;* e, f – Lianas lenhosas g- Rutaceae; h- Muda de *Euterpe edulis;* i- Flores de *Guarea kunthiana*. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.121
Figura 49. Bordas do Fragmento 3. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 123
A quantidade total de árvores no transecto foi de 36 indivíduos. Na Figura 50 foi demonstrada a distribuição espacial destas, assim como a identificação de cada indivíduo (Quadro 16). 123
Figura 50. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 3. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 124
Figura 51. Espécies arbóreas encontradas no Fragmento 3. a,b, c - *Aspidosperma polyneuron*; d,g – Individuos arbóreos na borda; e, f-Epífitas; h,i - *Euterpe edulis.* Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 126
Figura 52. Unidade de Conservação RPPN Ican Luis de Castro Bittencourt. A e C – Laterais da Unidade; B – Placa de identificação; D- Estrada de acesso ao interior da RPPN. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 127
Figura 53. Proximidade e corredor de ligação entre as UCs. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 128
Figura 54. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 4. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 128
Figura 55. Imagem de satélite do Fragmento 5. Fonte: Google Earth (2023) 131
Figura 56. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 5. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 132
Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 132
Figura 57. Fragmento 5 - a, b, c – Bordas do fragmento; d, f - *Bauhinia farficata* e Poaceae; e – *Cecropia.* Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 133
Figura 58. Fragmento RPPN José Cândido da Silva Muricy Neto. Fonte: Google Earth (2023) 134
Figura 59. Bordas do Fragmento 6. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 135
Figura 60. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 6. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023 136
Figura 61. Perfil esquemático de um fragmento sob efeito de borda e em estágio médio de sucessão. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 138
Figura 62. Perfil esquemático de distribuição de árvores de fragmento de estágio avançado. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 139
Figura 63. Dados de temperatura dos fragmentos por parcelas. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023. 141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tipos de Manchas 20
Quadro 2. Métricas da paisagem 28
Quadro 3. Categorias das Unidade de Conservação segundo o SNUC. 50
Quadro 4. Etapas realizadas no desenvolvimento da pesquisa. 65
Quadro 5. Classes temáticas utilizadas pelo projeto MapBiomas. 75
Quadro 6. Métricas aplicadas na pesquisa. 76
Quadro 7. Critérios para divisão dos fragmentos por tamanho. 78
Quadro 8. Fragmentos selecionados para avaliação em campo. 79
Quadro 9. Parâmetros analisados em campo para avaliação do fragmento. 81
Quadro 10. Número de fragmentos por classe de tamanho e por ano de análise. 98
Quadro 11. Espécies arbóreas identificadas nas bordas dos fragmentos analisados. 108
Quadro 12. Estágio de sucessão e estrutura dos fragmentos. 110
Quadro 13. Indivíduos arbóreos do Fragmento 1 114
Quadro 14. Indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 1. 117
Quadro 15. Indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 2. 120
Quadro 16. Indivíduos arbóreos do Fragmento 3. 124
Quadro 17. Indivíduos arbóreos do Fragmento 4. 129
Quadro 18. Indivíduos arbóreos do Fragmento 5. 132
Quadro 19. Indivíduos arbóreos do Fragmento 6 136

INTRODUÇÃO

A ciência geográfica se transformou e se renovou nas últimas décadas, a fim de atender demandas sociais, ambientais e tecnológicas. Essas renovações são expressas na inserção de novos conteúdos, na ressignificação de conceitos e no aprimoramento das técnicas de análise. Atualmente, se destacam as análises geográficas em relação ao espaço e em como socialmente o homem se apropria desse. Essas análises se tornam cada vez mais definidoras de ações políticas a serem adotadas no planejamento geoespacial.

Considerando os impactos da ação antrópica sobre o ambiente, a necessidade de planejamento ambiental é eminente. A ação humana é responsável por impactos enormes ao meio natural, pois muitas atividades que priorizam o bem-estar econômico colocam em risco o bem-estar ambiental, causando desequilíbrio ao meio ambiente. Desse modo, preservar os recursos naturais ainda existentes tornou-se uma premissa àqueles preocupados com questões ambientais.

O Brasil historicamente foi marcado por uma economia exploratória de recursos naturais, prevalecendo atividades notadamente predatórias. Desde o período colonial, a produção concentrada no setor primário (pecuária, agricultura, extração vegetal e mineral, entre outros) atuou no país de modo agressivo e contínuo, visando um modelo de “desenvolvimento a qualquer custo”. Tais ações são responsáveis pelo desmatamento e fragmentação de nossas florestas.

No estado do Paraná, entre os anos de 1890 e 1990 ocorreu a maior devastação florestal do estado, nesse período houve a redução de 83,41% para 5,20%. Essa redução está diretamente ligada aos ciclos econômicos do estado, nos quais as atividades exercidas baseavam-se no desmatamento. A redução drástica da vegetação paranaense implicou na redução da fauna e da flora originais, prejudicando irreversivelmente a biodiversidade do estado. Permanecem hoje remanescentes florestais na Serra do Mar, no Parque Nacional do Iguaçu, ao longo da Escarpa Devoniana e da Serra da Esperança, todos protegidos por Unidades de Conservação (Parques e Áreas de Proteção Ambiental) (GUBERT FILHO, 2010).

Além dessas áreas maiores de preservação anteriormente indicadas, destaca-se que são encontrados múltiplos fragmentos dispersos pelo estado do Paraná que também resistem por serem protegidos legalmente. Entretanto, esses fragmentos menores se encontram desconectados e, por consequência, acabam apresentando maiores fragilidades em relação à preservação da biodiversidade.

No Brasil, as primeiras Políticas Públicas Ambientais, preocupadas necessariamente com a proteção e conservação do meio ambiente, foram criadas durante o primeiro governo Vargas, com estabelecimento do Código das Águas (DF Nº 24.643/34), do Código de Minas (DF Nº 24.642/34) e do Código Florestal (DF Nº 23.793/34). Nesse momento, a política ambiental brasileira foi marcada pela preocupação em racionalizar o uso e a exploração dos recursos naturais e em definir o que são áreas de preservação permanente, estabelecendo limites à propriedade privada.

Entretanto, até a década de 1980 a política ambiental brasileira concentrava-se basicamente na proteção econômica e não necessariamente ambiental (POTT e ESTRELA, 2017). Foi apenas a partir da Constituição Federal de 1988 que a questão ambiental passou a contar com a implantação de mecanismos de proteção e controle dos recursos naturais. Desse modo, o meio ambiente passou a ser tido como um bem tutelado juridicamente (SILVA, 2004).

A Constituição de 1988 criou uma nova categoria de bem jurídico, sendo esse o bem ambiental, a partir da premissa que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" (BRASIL, 1988, art. 225). Com isso, em lei, é garantido ao cidadão o direito a um meio ambiente saudável e ecologicamente equilibrado. Assim, se prevê na legislação brasileira que as Políticas Públicas devem ser aplicadas como meio de defender o meio ambiente, evitando sua degradação, os danos ambientais e atuando com medidas de prevenção e restauração dos processos ecológicos.

Entretanto, nos últimos anos, tem se observado um retrocesso em relação a aplicação das políticas públicas para a proteção ambiental. A aprovação de um novo código florestal em 2012 buscou atender interesses econômicos, colocando em risco muitas áreas de preservação.

Para compreender a correlação, a coordenação e o resultado de aplicação dessas políticas, faz-se necessária a investigação temporal do emprego delas e como isso repercute nas áreas de preservação florestal. Portanto, este estudo tem como objetivo principal analisar a evolução espaço-temporal do processo de fragmentação florestal no município de Fênix-PR, considerando que as Políticas Públicas Ambientais influenciaram no desmatamento ou na preservação, conservação e/ou recuperação das florestas.

Com o mapeamento da vegetação e reconhecimento da abrangência das florestas, é possível entender melhor a dinâmica, evolução, as características de uma área e assim propor estratégias que possam auxiliar em sua preservação de forma mais efetiva, ou mesmo propor legislações que consigam abranger essa vegetação de forma ampla.

A proposta dessa pesquisa é responder aos seguintes questionamentos: 1) Em que medida as Políticas Ambientais influenciaram no desmatamento ou na preservação, conservação e/ou recuperação das florestas no interior do estado do Paraná?; 2) Como procedeu a fragmentação florestal no município de Fênix-PR de 1985 até a atualidade?; 3) Em qual(is) período(s) esse processo foi mais intenso e quais as prováveis causas? 4) Atualmente, em que estado encontram-se os fragmentos preservados?

Para obtenção dessas respostas, tomou-se como base teórica-conceitual e metodológica a Ecologia de Paisagem. De caráter interdisciplinar e de estreita relação com a geografia, essa vertente das pesquisas ambientais permite o estudo da estrutura, da função e da dinâmica da paisagem, mostrando-se muito eficaz em trabalhos de conservação ambiental.

Dessa maneira, o território do município de Fênix-PR será a base dessa análise multivariada e multitemporal, para a qual será realizada a identificação dos fragmentos florestais na área pesquisada e sua evolução histórica (de 1985 até o período atual); a realização de análise da cobertura do solo, utilizando levantamento teórico documental; a verificação da relação entre a legislação e a diminuição ou ampliação do desmatamento, bem como se houve recuperação de áreas degradadas; e, por fim, o mapeamento das dinâmicas e correlações entre os fragmentos florestais e o uso do entorno, calculando as métricas da paisagem.

A análise obtida desses dados contempla: as transformações da paisagem no decorrer das décadas pesquisadas, correlacionando a fragmentação florestal com os tipos de cobertura do solo do entorno; as implicações da legislação ambiental no desmatamento, na preservação, conservação e/ou recuperação das florestas no interior do estado do Paraná; potenciais áreas para implantação de unidades de conservação e/ou criação de corredores ecológicos.

A compreensão e gestão eficiente dos ecossistemas fragmentados e a preservação de suas áreas verdes tornaram-se questões fundamentais diante dos desafios contemporâneos relacionados ao desenvolvimento sustentável. No âmbito geográfico, o município de Fênix emerge como um microcosmo representativo desse cenário, onde a ecologia da paisagem e a dinâmica florestal desempenham papéis cruciais na definição do equilíbrio ambiental local.

Assim sendo, esta tese propõe uma análise abrangente, dividida em cinco capítulos distintos, com o intuito de aprofundar o entendimento sobre a ecologia da paisagem em ambientes fragmentados, a evolução histórica da Ecologia de Paisagem como ferramenta analítica, o contexto histórico e atual das políticas públicas ambientais brasileiras voltadas para a preservação florestal, bem como os procedimentos metodológicos e análises multitemporais realizadas no município de Fênix.

No primeiro capítulo, a abordagem se volta para a ecologia da paisagem, destacando a estrutura da paisagem inserida em ambientes fragmentados. Explorou-se a relevância da Ecologia de Paisagem como instrumento de estudo desses ambientes, compreendendo sua contribuição para a compreensão dos processos ecológicos em áreas fragmentadas. Esse capítulo da tese encontra-se publicado em formato de artigo na revista Geonorte, com o título "A Ecologia de Paisagem nos Estudos de Fragmentos Florestais".

No segundo capítulo, deu-se atenção ao contexto histórico e atual das políticas públicas ambientais brasileiras, investigando como a legislação tem moldado e influenciado a preservação florestal. A análise retrospectiva permitiu uma avaliação crítica das medidas adotadas, seus sucessos e desafios, bem como uma perspectiva prospectiva diante das demandas crescentes por conservação. Esse capítulo também encontra-se publicado, na revista Elisée com o título "Proteção das Florestas do Brasil – Contexto histórico e atual da Política Pública Ambiental Brasileira".

O terceiro capítulo aborda os procedimentos metodológicos utilizados nessa pesquisa, delineando a estrutura metodológica que sustenta nossas análises e conclusões. Destacaremos a importância da abordagem multitemporal, proporcionando uma visão dinâmica das mudanças na paisagem e na dinâmica florestal, com ênfase no mapeamento realizado utilizando dados do projeto MapBiomas. Para a análise da estrutura atual dos fragmentos utilizou-se a abordagem de verificação de efeito de borda e estágio de sucessão dos fragmentos.

O quarto capítulo concentra-se nos resultados da análise multitemporal da dinâmica da paisagem do município de Fênix, explorando o uso e a cobertura da terra ao longo do tempo. Investigou-se o processo de mudanças no uso da terra após o processo de ocupação e mecanização, oferecendo uma perspectiva aprofundada sobre a interação entre atividades humanas e o ambiente natural.

O quinto e último capítulo centrou-se na análise multitemporal da dinâmica florestal, aplicando métricas específicas para compreender a mudança nos fragmentos florestais e sua estrutura atual. Esta análise proporcionou críticas importantes sobre os impactos das transformações antrópicas na saúde e vitalidade dos ecossistemas florestais em Fênix, incluindo considerações aprofundadas sobre o efeito de borda e suas implicações na biodiversidade local.

Em busca de contribuir com questões ecológicas, sociais e ambientais, essa pesquisa almeja evidenciar a importância da preservação de fragmentos de florestas, além de contribuir para o planejamento ambiental com o fornecimento de informações para estudos de conservação e preservação da biodiversidade. Ao unir esses cinco capítulos, essa tese trouxe luz a compreensão para as dinâmicas ambientais em contextos fragmentados, fornecendo

subsídios teóricos, históricos e práticos para embasar a formulação de políticas eficazes de conservação e desenvolvimento sustentável no município de Fênix e em áreas geograficamente similares.

1. A ECOLOGIA DA PAISAGEM NO ESTUDO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS

O conceito de paisagem é essencial aos estudos geográficos. Nela ocorrem vários processos de evolução, através de uma dinâmica complexa e multifacetada. Segundo Bertrand (1971) a paisagem é resultado da combinação dinâmica, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, resultando em um conjunto único e indissociável, em constante evolução. Ademais, as pesquisas dedicadas à análise da paisagem são múltiplas e com focos variados, permitidos pelas diversas teorias que sustentam esse conceito que, embora seja primordial ao conhecimento geográfico, também está presente em outras ciências.

Seguindo o viés ecológico de estudos da paisagem, surge a *Ecologia de paisagem*. Segundo essa perspectiva, a paisagem pode ser definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo essa heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação (METZGER, 2001).

Neste capítulo será discutida a importância dos elementos de composição da paisagem, assim como o papel da ecologia de paisagem como ciência de estudo desses elementos. As discussões apresentam um breve histórico sobre a Ecologia de Paisagem, dedicadas a compreender como os processos ecológicos são influenciados pela paisagem, tornando de grande destaque o entendimento de quais áreas devem ser priorizadas para conservação e recuperação.

Esta área do conhecimento divide a paisagem em três características básicas: estrutura, função e alterações. Assim, a seguir, nossas discussões permearam um levantamento teórico sobre os processos de fragmentação florestal, a estrutura e composição dos fragmentos, elementos que compõem a estrutura da paisagem e métricas de medição.

1.1. A ECOLOGIA DE PAISAGEM

A ecologia de paisagem caracteriza-se como uma ciência multidisciplinar, com base científica para o planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem. A construção desse campo teórico teve início no século XX, como uma tentativa de sobrepor

os olhares e objetivos estritamente naturais da bioecologia clássica. Apresentou abordagens, atitudes e pensamentos holísticos e incluiu o ser humano como parte central de uma ciência Bio-Geo-Humana (NUCCI, 2007).

Segundo Naveh e Lieberman (1994), a Ecologia de Paisagem apresenta uma base científica importante para a conservação, o desenvolvimento e o manejo da paisagem. Para agregar áreas nas quais o homem é figura central, ela ultrapassou os objetivos puramente naturalistas da bioecologia clássica, ponto central da relação entre Ecologia de Paisagem e Geografia.

Entretanto, salienta-se que o debate geográfico sobre a paisagem é anterior a sua junção com teorias da ecologia. Portanto, as bases teóricas para o conceito têm sustentação empírica, anterior ao século XX, com naturalistas como Alexandre von Humboldt (1769-1854). Considerado o pioneiro da geografia física moderna e da geobotânica, foi o primeiro a introduzir o termo “Paisagem” como descritivo de particularidades de uma região terrestre. Na perspectiva humboldtiana, há uma dupla orientação sobre o termo: uma em que se destaca o papel ativo do olhar, considerando a subjetividade do observador; e outra na qual se destacam os aspectos fisionômicos da Terra. Desse modo, a paisagem pode ser vista, descrita, representada e entendida (VITTE e SILVEIRA, 2010) a partir do olhar de um observador.

A associação da paisagem com suas respectivas representações espaciais é uma característica relevante e que está presente desde as primeiras pesquisas realizadas com a aplicação desse conceito. A exemplo dos quadros descritivos de Humboldt, até técnicas e instrumentos que foram aos poucos incorporados na representação e leitura das paisagens.

Na década de 1930, o biogeógrafo alemão Carl Troll (1899-1975) foi um dos precursores na utilização de imagens aéreas para realização de análise do espaço, importante ferramenta nos estudos de paisagem até os dias de hoje. O autor realizou estudos relacionando paisagens com o uso da terra, resultando na concepção da “ecologia de paisagem”.

Em 1950, Troll lança o termo “Ecologia de Paisagem”, que se apresentou como uma união entre as ciências geográfica e ecológica. A Ecologia da Paisagem anexa uma dimensão espacial à Ecologia, desenvolvendo estudos que se preocupam com as relações entre os organismos e seu entorno, considerando todos os fatores ambientais. Posteriormente, realizou revisões de seus trabalhos e passou a utilizar o termo “Geoecologia”. O autor também realiza uma modificação conceitual do termo “paisagem”, descrevendo-a como “a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem” (TROLL, 1971).

Para Naveh e Lieberman (1984) o intuito de Troll foi incentivar uma colaboração entre a Geografia e a Ecologia, propondo a combinação da aproximação horizontal (como interação

espacial dos fenômenos) do geógrafo com a aproximação vertical (como interações funcionais de um dado lugar) dos ecólogos.

Metzger (2001) chamou essa primeira linha da Ecologia de Paisagem de abordagem geográfica, por ter sido influenciada fortemente pela geografia humana, pela fitossociologia e pela biogeografia. O autor lista três pontos fundamentais dessa abordagem: preocupação com o planejamento da ocupação territorial, analisando o potencial econômico de "unidade da paisagem"; o estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem, chamadas de "paisagens culturais"; e a análise de amplas áreas espaciais, com foco em questões de macro-escalas, tanto espaciais quanto temporais.

Seguindo essa abordagem, Naveh e Lieberman (1994) definem Ecologia de Paisagem como "uma ciência interdisciplinar que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural e construído". À vista disso, fica evidente, portanto, o viés não meramente naturalista atribuído ao termo, mas sim o papel desse olhar sobre o meio, em suas correlações com as sociedades.

Na década de 1970, surge nos Estados Unidos uma abordagem com foco na conservação da paisagem. Essa abordagem teve por base a aplicação da teoria da Biogeografia de Ilhas (MACARTHUR e WILSON, 1967). Essa teoria consiste na ideia de que a quantidade de espécies em um local é resultado do balanço entre migrações e extinções que, por sua vez, é dependente do tamanho e grau de isolamento da ilha. Aplicando essa teoria em ambientes continentais, alguns pesquisadores iniciaram estudos de efeitos de área e distância com aplicação principal à conservação.

No trabalho de Metzger (2001), essa segunda linha de pensamento, desenvolvida por americanos, foi chamada de abordagem ecológica. Iniciada por biogeógrafos e ecólogos, sofreu influência da ecologia de ecossistemas e da modelagem e das análises espaciais. Com surgimento relativamente recente, foi beneficiada pela existência de imagens de satélite e tecnologias avançadas no tratamento de imagens. Essa abordagem enfatiza a conservação de paisagens naturais, a diversidade biológica e o manejo de recursos naturais, e não enfatiza obrigatoriamente macro-escalas. Seguindo essa abordagem, foram desenvolvidos importantes procedimentos e métricas de quantificação da estrutura da paisagem (TURNER; GARDNER, 1991; RIITTERS et al. 1995; MCGARIGAL; MARKS, 1995, GUSTAFSON,1998).

Definindo "Ecologia de Paisagem" segundo esta linha de abordagem, Forman e Godron (1986) a descrevem como um estudo da estrutura, da função e da dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos. Corroborando, Turner (1989) aponta que essa área enfatiza escalas espaciais amplas e os efeitos ecológicos do padrão de distribuição

espacial dos ecossistemas, e Wiens et al. (1993) sinalizam a Ecologia de Paisagem como uma forma de considerar a heterogeneidade ambiental.

A partir da década de 1970, são publicados os primeiros estudos que visam relacionar a composição estrutural de uma paisagem com a biodiversidade existente nela. Por exemplo, Wiens (1973) realizou estudo de Ecologia de Populações, no qual relacionou o ambiente com a quantidade de espécies de pássaros existentes. Pesquisando os padrões e os processos dessas comunidades, constatou que as áreas florestadas apresentavam maior biodiversidade.

Forman et al. (1976) investigaram o efeito do tamanho das florestas sobre a biodiversidade. Essa publicação apresenta resultados referentes aos efeitos do uso do solo no entorno da floresta, o chamado efeito de vizinhança. Pickett e Thompson (1978), em seu trabalho nomeado "*Patch dynamics and the design of nature reserves"*, definiram o conceito de manchas e mosaicos citando o conceito de paisagem de Whittaker (1953) no qual "A paisagem é um mosaico de manchas sucessionais de diferentes tamanhos".

Na década de 1980 foi realizado em Wageningen, Holanda, o 1º Congresso Internacional de Ecologia da Paisagem, que reuniu pesquisadores europeus e americanos. Considerado um marco, esse congresso sinalizou a sinergia entre as linhas de pesquisas que seguiam em paralelo. Como resultado do evento houve a publicação do livro "*Perspectives in Landscape Ecology"*, criação da revista "*Landscape Ecology Journal"* e criação da *International Association of Landscape Ecology (IALE)* em 1984.

Durante o congresso, muitas discussões foram realizadas acerca de definições e conceitos, inclusive sobre se definir a própria Ecologia de Paisagem. Isaak S. Zonneveld foi o autor e apresentador da mais ampla e aceita definição. Para ele, a ecologia da paisagem deveria ser considerada como uma ciência Bio-Geo Humana e com abordagem, atitude e pensamento holísticos (ZONNEVELD, 1982; NAVEH, 2000).

Há a preocupação de se unificar termos básicos de ambas as abordagens que, embora apresentem diferenças, possuem a possibilidade de integração de seus conceitos e definições. Neste sentido, Metzger (2001) propôs uma definição mais abrangente para o conceito de Paisagem: "um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação" (METZGER, 2001, p. 4). Considerando que a escala e o nível biológico dependem do observador e do objeto de estudo, a paisagem não é necessariamente um espaço amplo, podendo haver análises tanto em micro-escalas quanto em macro-escalas. E, deste modo, a Ecologia de Paisagens é entendida como "[...] uma ecologia de interações espaciais entre as unidades da paisagem" (METZGER, 2001, p. 5).

Siqueira et al (2013) afirmam que o avançado estágio de antropização do meio ambiente natural torna impossível a exclusão do homem dos estudos de ecologia de paisagem. Mateo-Rodriguez (2017) aponta que, nestes estudos, assim como nas ciências geográficas e biológicas, o conceito de paisagem passa a ser utilizado como referência a uma formação antroponatural.

Porém, nos últimos anos a Ecologia de Paisagem evoluiu de forma considerável. As novas tecnologias, principalmente o avanço das geotecnologias, tornou possível as análises dinâmicas da evolução e transformação das paisagens. A aplicação de métricas permite a avaliação da estrutura e da composição da paisagem, considerando a fragmentação, a exploração, o uso dos recursos naturais e a ocupação humana (SIQUEIRA, et al. 2013).

Atualmente os estudos da paisagem são pautados na integração geoecológica. O foco na inter-relação dos aspectos estruturais, espacial e dinâmico-funcional das paisagens integram as concepções biológicas e geográficas sobre as paisagens (MATEO-RODRIGUEZ et al., 2017). Em relação às técnicas utilizadas pelos estudos de ecologia de paisagem, o Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto se destacam. Utilizados como ferramentas para a análise da estrutura, dos padrões, da distribuição e do monitoramento das paisagens, eles foram primordiais para a evolução dos princípios desta ciência (JENSEN, 2009).

A base metodológica da Ecologia de Paisagem é pautada no uso de mapas e imagens de satélites, aliados à delimitação de uma escala (espacial e/ou temporal), para assim realizar a aplicação de métricas. O uso integrado de técnicas de análise espacial para compreensão das dinâmicas e formas da paisagem se deve à influência da ciência geográfica. Segundo Pereira Costa (2020), a paisagem constitui uma importante categoria de análise científica e metodológica. Sendo pertencente à Geografia, ela é operacionalmente trabalhada pela Ecologia da Paisagem.

Um dos principais focos dos estudos investigativos da paisagem, a partir da abordagem Ecologia da Paisagem, se refere ao uso, planejamento, mensuração da relação homem-natureza e como essa relação afeta a estrutura da paisagem. Com isso, objetiva-se o amparo e a proteção de ecossistemas, priorizando o uso sustentável da paisagem focalizando nas implicações do contínuo processo de fragmentação florestal, tema abordado na sequência.

1.2. FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

Mundialmente as florestas naturais foram reduzidas em detrimento de atividades antrópicas, tais como corte de árvores, incêndios, desmatamentos com propósitos comerciais, utilização da terra para práticas agropecuárias e diversas outras atividades. Ao longo de toda a

história o homem se beneficiou dos recursos florestais, com um ritmo de exploração muito maior que o de conservação, ou da capacidade de regeneração desses ambientes.

Antes da chegada dos europeus ao Brasil, o território era formado por florestas contínuas, pouco alteradas pelos grupos indígenas. O que resta hoje no Brasil, excluindo a Floresta Amazônia, são apenas fragmentos de vegetação. Em sua maioria, são os pequenos fragmentos que exercem a manutenção da biodiversidade brasileira, como por exemplo na Mata Atlântica.

Presente em 17 estados brasileiros, a Mata Atlântica se estende do sul ao nordeste do país (Figura 1). Em decorrência de sua amplitude latitudinal, esse bioma se estende por zonas climáticas tropicais e subtropicais, apresentando diversidade topográfica de solos e temperatura, resultando em paisagens complexas e com grande diversidade de fauna e flora (MANTOVANI, 2003; USTIN et al. 2004). Essas características tornam a Mata Atlântica um bioma de referência mundial em termos de biodiversidade. A formação paisagística heterogênea do bioma Mata Atlântica é categorizada em distintos tipos de formações fitogeográficas: Floresta ombrófila densa, Floresta ombrófila aberta, Floresta ombrófila mista, Floresta estacional decidual, Floresta estacional semidecidual, Campos de altitude, Manguezais, Restingas.

Entretanto, a pressão antrópica sobre esse bioma converteu extensas áreas de floresta em fragmentos florestais, substituindo paisagens naturais por matrizes antrópicas, áreas de agricultura, urbanização e demais usos da terra. Essa transformação levou a Mata Atlântica à lista dos *hotspots* mundiais, por ser considerada uma região prioritária para conservação da biodiversidade.

Tratando-se de uma área com elevada taxa de endemismo, porém ameaçada, pesquisadores afirmam que a Mata Atlântica possui altas taxas de perda de habitats, com área remanescente inferior a 12% de sua área original (Figura 1) (MITTERMEIER, et. al., 1998; MYERS, et al., 2000; RIBEIRO et al., 2009; BORGO et al., 2011; PEREIRA et al., 2013).

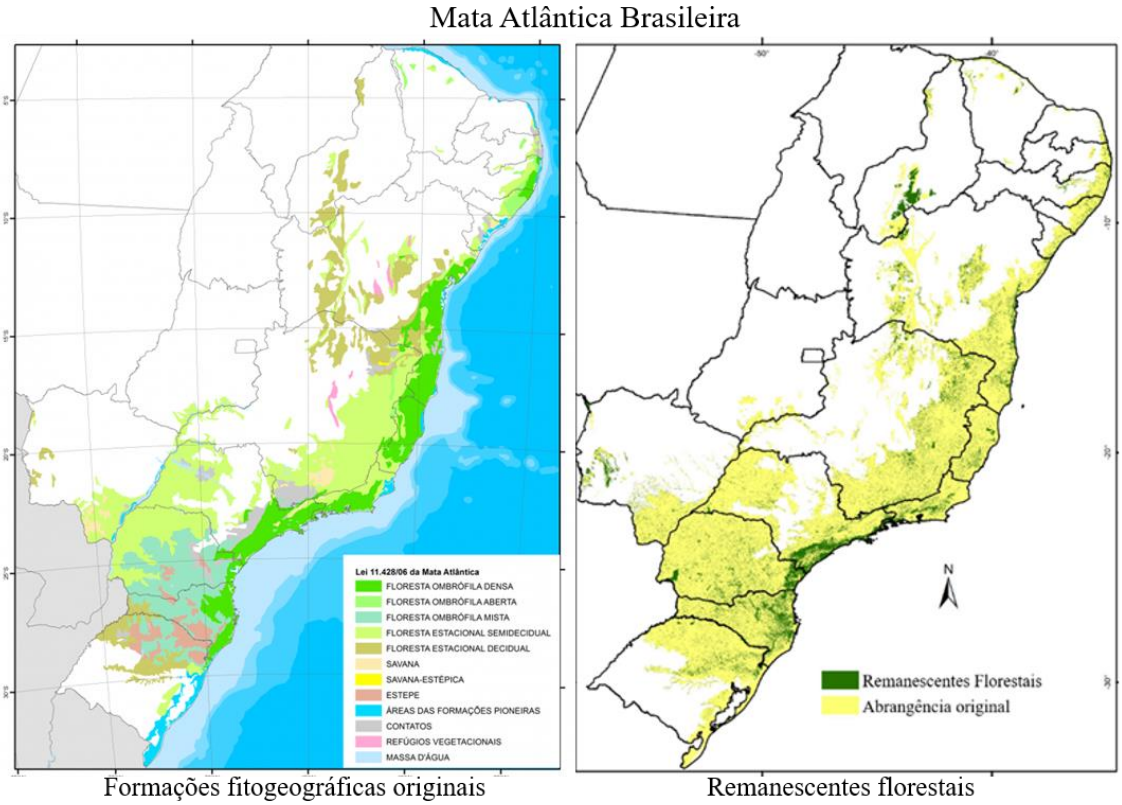

Figura 1. Localização original da Mata Atlântica conforme Lei Federal nº11.428/2006 e seus remanescentes. Fonte: adaptado de SOS Mata Atlântica e INPE (2021)

A Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) realizam o monitoramento do desmatamento desse bioma desde o ano de 1990, através de mapeamento e imagens de satélite. Como resultado desse trabalho, são publicados relatórios técnicos como o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, com informações de suas fitofisionomias. A Figura 2, apresenta os resultados obtidos em relação ao desmatamento da Mata Atlântica de 1990 a 2019.

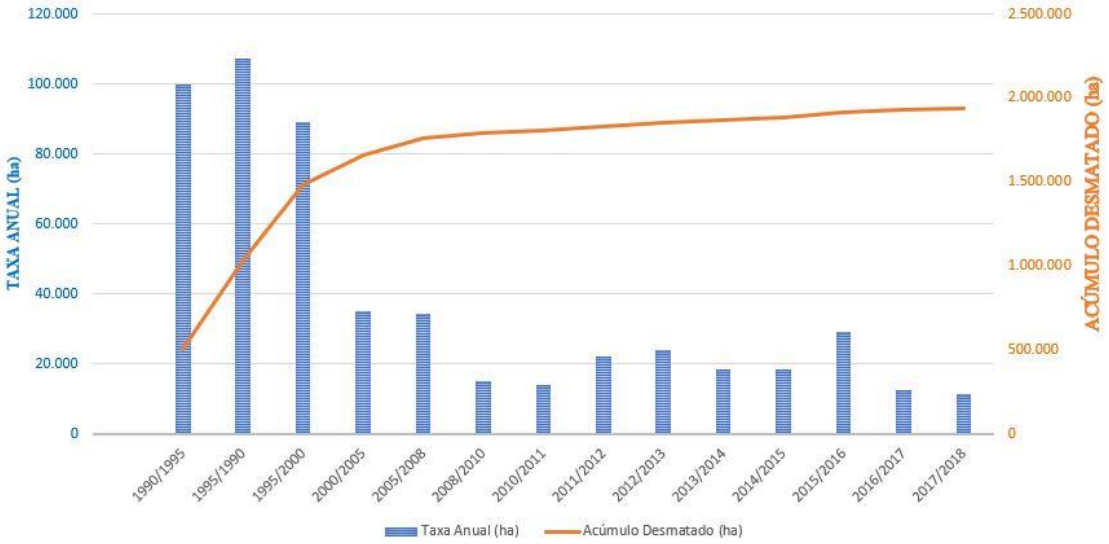

Figura 2. Dados sobre o desmatamento da Mata Atlântica. Fonte: Adaptado de SOS Mata Atlântica e INPE (2021)

Segundo dados da Fundação SOS Mata Atlântica (2021), atualmente, 72% da população brasileira e 70% do PIB nacional se concentram nas áreas de abrangência desse bioma. Isso significa uma grande pressão de ações antrópicas sobre esse ambiente, mas também uma grande dependência dos recursos e serviços ecossistêmicos oferecidos.

Serviços essenciais como abastecimento de água, regulação do clima, agricultura, pesca, energia elétrica e até mesmo o turismo, são diretamente impactados pela destruição da floresta. Segundo Viana (1990), o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida da população são algumas das consequências do processo de fragmentação florestal.

Em relação à fauna e à flora, a fragmentação age fundamentalmente reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações, sendo apontada como a principal causa da perda de biodiversidade (METZGER, 1999), porém as respostas das comunidades vegetais e de cada espécie à fragmentação variam de acordo com diversos fatores, como histórico da fragmentação, seu tamanho e forma, impactos das ações humanas atuais, grau de isolamento e a sensibilidade da comunidade e dos indivíduos de cada espécie a estes processos (COLLI et al., 2003).

Entende-se que a fragmentação da floresta seja extremamente prejudicial, e torna-se imprescindível a preservação e manutenção dos fragmentos “resistentes”. Para isso, se fazem necessários estudos e pesquisas que contribuam com o reconhecimento das estruturas e dinâmicas das paisagens dos fragmentos existentes e, dessa forma, auxiliem na recuperação, na proteção da floresta e na manutenção das legislações que a protegem.

1.2.1. Estrutura da Paisagem na dinâmica dos Fragmentos Florestais

A fragmentação florestal é caracterizada como o processo no qual áreas de vegetação natural são interrompidas por barreiras (antrópicas ou naturais). A divisão de uma área florestada muda drasticamente suas condições ambientais, impedindo o fluxo de animais, pólens e sementes (VIANA, 1990). Os fragmentos irão atuar como “ilhas de diversidade” circundadas por áreas não florestadas, o que pode alterar sua dinâmica interna em comparação às condições anteriores à fragmentação.

O processo de fragmentação leva à formação de uma paisagem em mosaico com a estrutura constituída por manchas ou fragmentos, corredores e a matriz (METZGER, 2003) dependendo do grau e da forma como o processo de fragmentação ocorreu (Figura 3). Faz-se

importante a discussão de cada um destes elementos resultantes do processo de fragmentação, pois compõem a estrutura de uma paisagem que terá papel significativo em sua dinâmica.

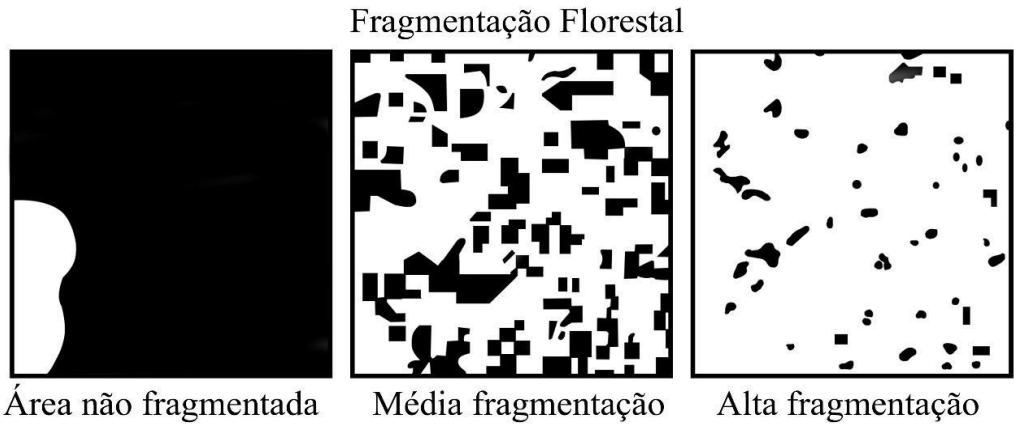

Figura 3. Demonstração do processo de fragmentação florestal. Fonte: Adaptado de Metzger (2003)

A mancha é entendida como uma área homogênea de extensão espacial reduzida, não linear, inserida na matriz e distinta de suas unidades vizinhas (METZGER, 2001). Os fatores que influenciam e controlam a mancha são as variáveis forma e tamanho. O tamanho compreende o aspecto mais evidente da mancha, é ele quem controla a circulação, a distribuição e a quantidade de espécies presentes na região. Já a forma é influenciada diretamente pelo efeito de borda. Quanto mais irregular a forma, maior será a proporção de áreas de margem que tem características próprias de grande diversidade e dinâmica, mas diferentes das comunidades do interior da mancha (CORTESÃO-CASIMIRO, 2009).

Considerando as características qualitativas associadas a composição das manchas e aspectos gerais relacionados, essas podem ser divididas em categorias como exposto no Quadro 1.

Quadro 1. Tipos de Manchas

Tipo de Mancha	Composição
Manchas de Perturbação	Formadas por algum evento que causa mudança significativa na paisagem. Esses eventos podem ser naturais, tais como fogo, escorregamentos, avalanches, ventanias, praga de insetos e migração de mamíferos, ou por ação antrópica, como a retirada de florestas.
Manchas Remanescente	São aquelas nas quais há perturbações em seu entorno, mas que não as atingiram. Como, por exemplo, áreas de vegetação que são poupadas pelo fogo em uma floresta, se tornando pequenas ilhas de semente para a regeneração do entorno.
Manchas de Regeneração	Ocorrem nas áreas que sofreram perturbações mas que se encontram em regeneração, ocorrendo o processo de sucessão vegetal.
Manchas de Atividades Antrópicas	Manchas de habitação e manchas agrícolas são provenientes diretamente de ações antrópicas. São formadas por atividades socioeconômicas e constituem paisagens antropogênicas.
Fragmentos	Uma mancha originada por fragmentação de uma floresta, promovida pelo homem, de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua, como uma matriz.

Fonte: METZGER, 2001; FORMAN; GODRON, 1986.

Já os corredores são elementos lineares de conexão entre manchas, geralmente estreitos, que abrigam espécies adaptadas às margens. Eles estabelecem na paisagem um fator de conectividade, formando uma rede de interação entre animais e plantas. Destacam-se algumas características que devem ser analisadas nos estudos de corredores: largura, conectividade, complexidade e estreitamento (SOARES FILHO, 1998).

Em estudos de fragmentação, considera-se corredor os elementos lineares que ligam dois fragmentos anteriormente conectados (METZGER, 2001) e que desempenham diferentes funções na matriz (Figura 4): função de habitat, como local onde irá predominar espécies adaptadas às margens; de fonte, quando há reprodução dos organismos; de conduta, se referindo à mobilidade e movimentação que ocorre através dos corredores; de filtro, pois o corredor pode ser redutor de permeabilidade (barreiras como um rio, por exemplo, podem impedir a passagem de determinados animais); e função de sumidouro, quando elementos que vêm da matriz, como água, sedimentos ou animais, desaparecem no corredor (HESS; FISCHER, 2001).

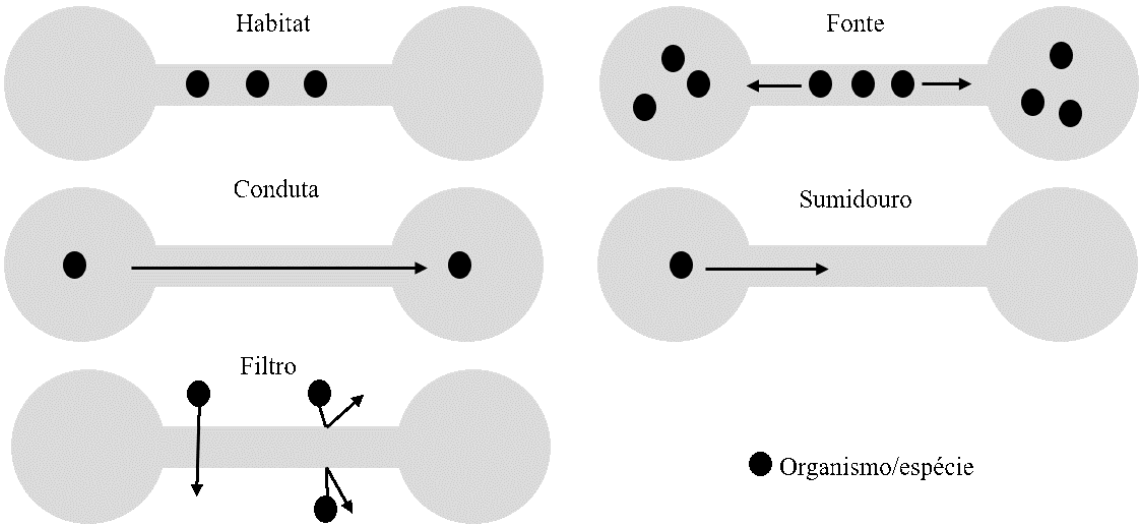

Figura 4. Funções dos corredores ecológicos. Habitat: Local de permanência das espécies; Conduta: Local de passagem; Filtro: Permissão/barreira de entrada de determinadas espécies; Fonte: Local de surgimento das espécies; Sumidouro: Local de desaparecimento de espécies. Fonte: adaptado de Pereira e Cestaro (2016).

Quando a distância entre os fragmentos se torna maior do que a distância máxima que uma espécie é capaz de atravessar, a implantação de corredores é essencial para que haja percolação na paisagem. Os corredores ecológicos (Figura 5) realizam o restabelecimento da conexão entre fragmentos, significando o aumento da possibilidade de recolonização local (METZGER, 2001).

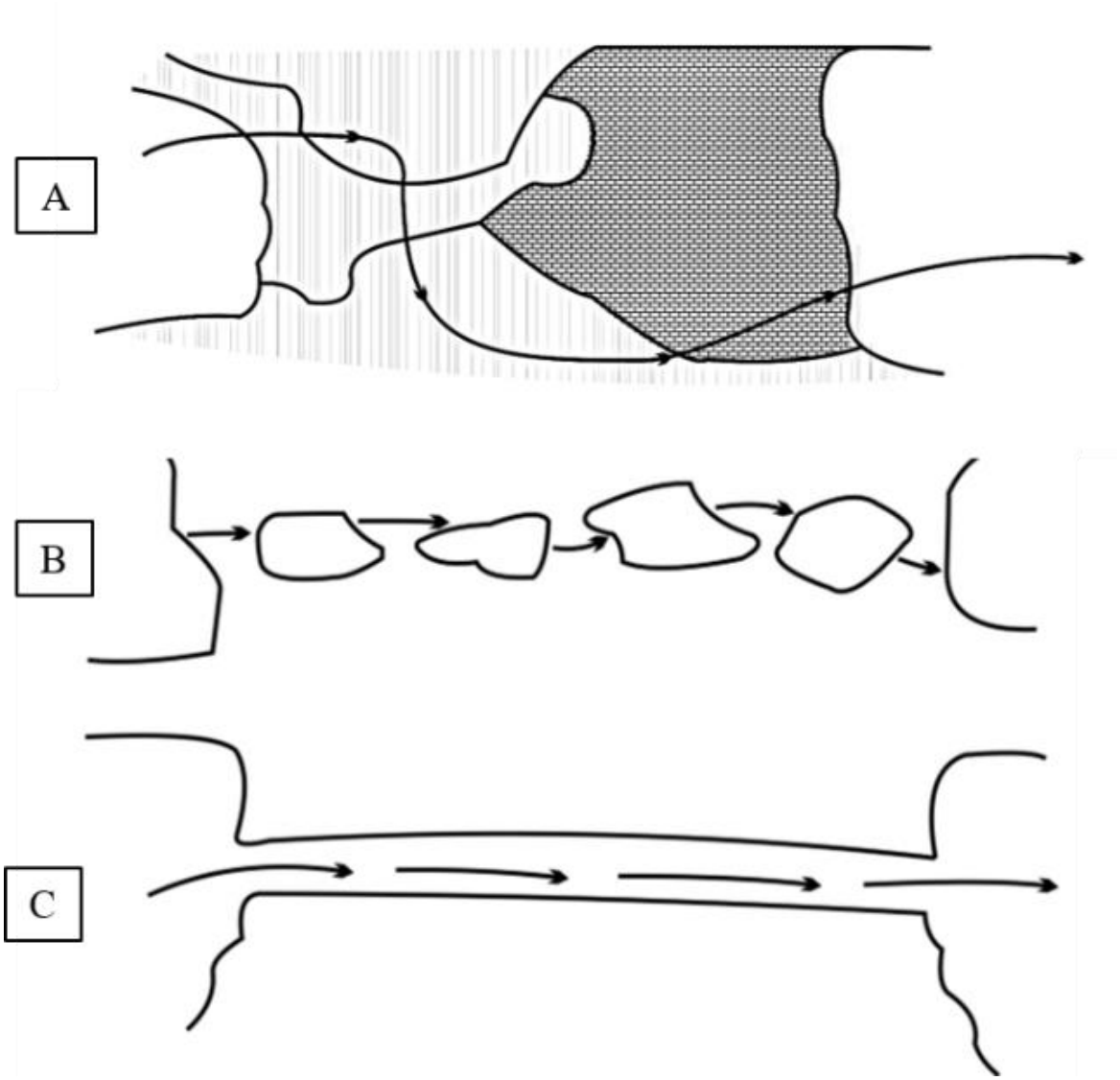

Figura 5. Conectividade na Matriz. A- Conectividade através da matriz; B- *Stepping Stones* (Trampolins ecológicos); C – Corredor ecológico. Fonte: adaptado de Pereira e Cestaro (2016)

A redução de conectividade na paisagem é uma das principais consequências do processo de fragmentação. Além dos corredores ecológicos (Figura 5c), outra alternativa ao aumento de conexão são os chamados *stepping stones* (trampolins ecológicos) (Figura 5b). Eles se caracterizam como agregações de árvores encontradas pela matriz que podem auxiliar no deslocamento das espécies, servindo como habitats temporários e refúgios para indivíduos dessas espécies (PERAULT; LOMOLINO, 2000).

Em um mosaico no qual as manchas são desconectadas, a composição da matriz influenciará na dinâmica do fluxo entre os fragmentos. Por exemplo, uma matriz formada por pastos é mais facilmente permeável por pequenos mamíferos do que uma matriz urbana. No caso dos *stepping stones*, eles são muito utilizados por espécies capazes de se deslocar em movimentos curtos através de ambientes com perturbações. Desse modo, os corredores

ecológicos se mostram a melhor alternativa para a conexão e integração de fragmentos, pois proporcionam o fluxo contínuo das espécies.

A matriz pode ser entendida como a unidade da paisagem funcionalmente dominante, controladora de toda a dinâmica, sendo o elemento mais extensivo e conectado de todos (FORMAN, 1995). Composta por corredores e por manchas, eles irão indicar a porosidade da matriz, além de poder mensurá-la considerando o número, o tamanho, o perímetro ou a forma das manchas que a compõem (Figura 6) (FORMAN; GODRON, 1986). Segundo Metzger (2001) nos estudos de fragmentação, a matriz pode ser entendida como o conjunto de unidades de não-habitat para uma determinada comunidade ou espécie estudada.

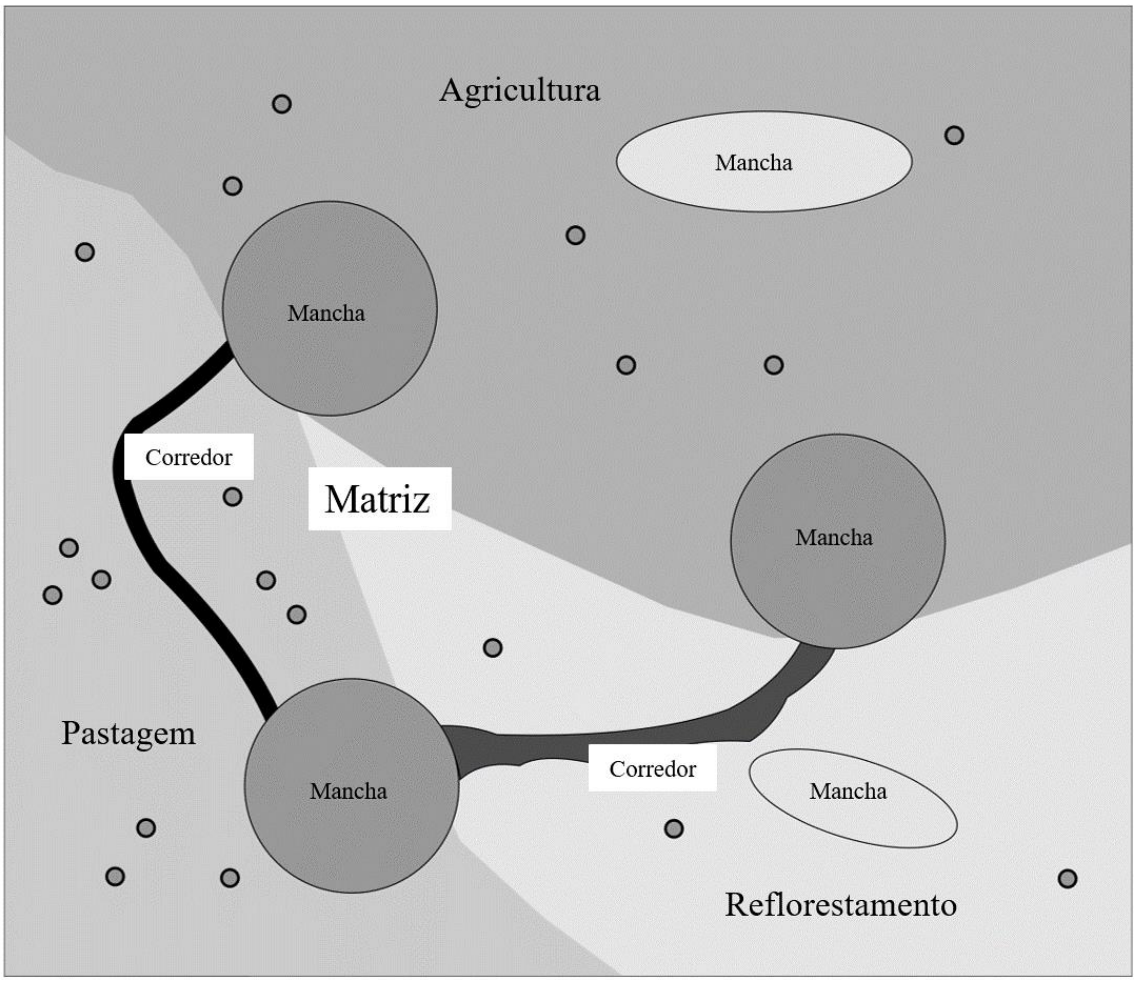

Figura 6. Composição da matriz. Fonte: Metzger et al. (2010)

Sendo o fragmento florestal uma mancha de floresta, ele é cercado por uma matriz, que exerce interação com os demais elementos da paisagem. A matriz exerce influência direta sobre as bordas do fragmento, e a depender de sua composição, as interações podem ser mais ou menos prejudiciais. Por exemplo, as matrizes urbanas, de pastagens ou agrícolas, costumam causar maiores danos a borda de um fragmento do que matrizes compostas por vegetação

secundária e plantios florestais. Ou seja, os tipos de vizinhança podem afetar a diversidade biológica e a sustentabilidade dos fragmentos (VIANA, 1990).

A matriz pode exercer três diferentes funções em relação ao fragmento: a função de um filtro, permitindo a locomoção de apenas algumas espécies; a função de habitat secundário, permitindo que determinadas espécies se fixem nestes ambientes; e como fonte de distúrbios para o fragmento (GASCON et al., 2000; DRISCOLL et al., 2013). Segundo Umetsu, Metzger e Pardini (2008), a estrutura da matriz, sua qualidade e tipo de manejo causam influência direta sobre as espécies.

Sobre os tipos de matrizes, podemos citar alguns exemplos: matrizes arbóreas, hoje consideradas as mais eficazes em relação à movimentação das espécies, oferecem proteção térmica, proteção contra predação e em alguns casos há o oferecimento de alimento (BRADY et al., 2011); elas são seguidas pelas matrizes de plantio e culturas como o café, efetivas no direcionamento e movimentação das espécies (PREVEDELLO; VIEIRA, 2010); alguns estudos demonstram inclusive a eficácia de matrizes de pastagem na movimentação de pequenos mamíferos (ROCHA; PASSAMANI; LOUZADA, 2011).

Em relação à eficácia ou não de uma matriz quanto às funções desempenhadas, os fatores a depender serão sua composição, o tamanho dos fragmentos e as espécies que estão sendo analisadas.

1.2.2. Efeitos da Fragmentação Florestal – Efeito de Borda e Isolamento

O processo de fragmentação florestal gera efeitos físicos e biológicos ao ambiente. Segundo Campos (2003), a fragmentação de um ecossistema natural pode produzir mudanças diversas em uma área, impossibilitando a manutenção da complexidade natural da mesma. E as respostas ecológicas serão diversas, em decorrência da escala de abrangência das espécies, a forma como uma população ou espécie responde ao processo e a forma como os remanescentes estão organizados (DOAK, MARINO e KAREIVA, 1992; FAHRIG e MERRIAM, 1985).

Além de suprimir habitats, a fragmentação afeta a qualidade dos remanescentes. Segundo Metzger (2000) a riqueza e a abundância de certas espécies florestais dependem de características estruturais que garantam sua existência. Em uma paisagem com alta densidade de bordas, por exemplo, a diversidade de espécies e a composição de comunidades de árvores será fortemente impactada.

Em teoria, fragmentos pequenos com maior razão borda-interior, circundados por matrizes antrópicas, abrigarão menos espécies do que aqueles fragmentos em condições contrárias (BROWN e HUTCHINGS, 1997; TABARELLI, SILVA e GASCON, 2004).

A fragmentação pode agir alterando vários aspectos da paisagem. Entre as consequências mais danosas estão o isolamento dos fragmentos e o efeito de borda, responsáveis pela redução e extinção de populações, perda de biodiversidade e empobrecimento genético.

O grau de isolamento pode afetar diretamente a diversidade biológica e a dinâmica populacional do fragmento. O grau de isolamento pode ser definido pela média das distâncias entre os vizinhos mais próximos (FORMAN; GODRON, 1986). Quanto mais distantes os fragmentos estiverem entre si, mais restrito será o fluxo de animais, plantas, sementes e pólens.

Vários autores já se dedicaram a estudar os efeitos da fragmentação das florestas, principalmente sua influência sobre a biodiversidade. Uma das maiores preocupações acerca disso é o isolamento reprodutivo. O impedimento da troca genética com outras comunidades, faz com que a reprodução inexista ou aconteça entre poucos indivíduos. Isso faz com que não haja variabilidade genética, com endocruzamentos, ocorrendo efeitos negativos sobre as comunidades e até mesmo a extinção de espécies (TABARELLI; GASCON, 2005).

Já as bordas (Figura 7) são os limites do fragmento e marcam a transição abrupta entre a área da mancha e da matriz, ou seja, entre a área florestada e seu entorno. Com a fragmentação florestal, espécies que viviam no meio da floresta passam a compor as bordas de um fragmento. As condições de umidade, temperatura, radiação solar e entrada de vento são modificadas e o equilíbrio do ecossistema fica comprometido (MURCIA,1995). Algumas espécies apresentam dificuldade de adaptação, uma vez que as condições de luminosidade e temperatura são muito diferentes nas bordas e no interior. Com isso, a tendência é que espécies generalistas se apropriem do espaço e espécies que necessitam de condições mais específicas acabem morrendo. Com a mortalidade de espécies arbóreas, há o aparecimento de clareiras e de implantação de plantas ruderais (LAURANCE et al., 2001). A depender do tamanho e do formato do fragmento, esse efeito pode se estender por toda sua extensão, comprometendo a sobrevivência das espécies nativas e seu desenvolvimento.

Figura 7. Configuração das Bordas. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Esses fatores em conjunto promovem desequilíbrio no ambiente e alteração nas relações ecológicas entre populações (fauna, flora e meio abiótico). Desse modo, várias respostas ecológicas podem ser observadas, tais como as modificações na abundância e composição da biodiversidade e, dependendo da intensidade, a extinção de espécies (MURCIA, 1995), além de mudanças nos processos ecológicos como a polinização, a predação, o comportamento territorial e os hábitos alimentares (RANTA et al., 1998).

Para Murcia (1995), os efeitos podem ser separados em três tipos: abióticos - envolvendo mudanças nas condições físicas; bióticos diretos - mudanças na abundância e distribuição de espécies; e bióticos indiretos - que envolvem mudanças nas interações das espécies. Já para Harper et al. (2005), essa classificação dos efeitos de borda pode ser feita em dois tipos: efeitos primários, decorrentes diretamente da criação da borda, como danos estruturais na vegetação, alteração na dispersão de sementes, alteração de temperatura, umidade; e os efeitos secundários, decorrentes dos efeitos primários, são caracterizados como mudanças nos padrões de crescimento, regeneração, reprodução e mortalidade de plantas, acarretando em padrões alterados na estrutura e composição de espécies.

O efeito de borda favorece a entrada de espécies generalistas nos fragmentos. Elas são atraídas para as bordas, se estabelecem e podem adentrar ao centro. Essas espécies se adaptam com facilidade e são capazes de invadir e colonizar habitats em perturbação. Com o estabelecimento dessas espécies, pode haver alteração na estrutura da paisagem e impedimento da regeneração de espécies nativas. Desse modo, o tamanho das bordas é muito significativo para o estado do fragmento, considerando que pode comprometer toda a sua estrutura, o que justifica a necessidade dos estudos de suas métricas na composição da paisagem.

1.3. AS MÉTRICAS DA PAISAGEM NO ESTUDO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS

Uma das formas mais utilizadas para a análise do grau de fragmentação de uma paisagem, a qualidade de seus fragmentos e influência sobre os processos ecológicos são as métricas, cálculos e índices que permitem avaliações analíticas da paisagem (MCGARIGAL; MARKS; 1995; METZGER, 2010).

As métricas representam medidas quantitativas da estrutura da paisagem, possibilitando análises de manchas, classes e de paisagens (MCGARIGAL; MARKS, 1995; LANG; BLASCHKE, 2009; METZGER, 2010). Em nível de manchas, as métricas delineiam suas características individuais, apresentando as características geométricas e de distribuição espacial. As métricas relacionadas às classes agrupam todas as manchas de uma determinada classe, analisando a configuração desse grupo. E em nível da paisagem, as métricas se referem a sua composição total, aderindo todas as manchas e classes.

De modo geral, as métricas da paisagem se dividem em dois grandes grupos: composição (métricas dedicadas à descrição de qualidade e quantidade) e configuração (métricas de descrição da organização física). Entretanto, algumas métricas se identificam com ambos os grupos. Realizando uma classificação com maior aprofundamento, Metzger (2003) delimitou os seguintes grupos de métricas: composição (estimando a riqueza das unidades e a proporção da área ocupada); disposição espacial (análise da quantidade e diversidade de tipos de contato entre as unidades); fragmentação (análise do grau de ruptura de uma unidade, inicialmente contínua); isolamento (medição do isolamento de um único fragmento ou de unidade de paisagem); conectividade (análise da capacidade de facilitação dos fluxos biológicos na paisagem); forma (análise da complexidade das formas).

Embora existam várias métricas para a medição e análise dos componentes da paisagem, Metzger (2003) afirma que, com base nos estudos de Riitters et al. (1995), a utilização de seis métricas em uma análise multivariada já se faz suficiente para uma análise adequada da paisagem, desde que não sejam correlacionadas e atendam o objetivo do estudo. Segundo Lang e Blaschke (2009), muitas das métricas existentes avaliam aspectos similares, o que as tornam correlacionadas. Mas ressaltam que “para cada métrica individual há uma justificativa, porque sempre poderá haver um caso especial no qual faz sentido usá-la (idem, p. 239)”.

No Quadro 2, são expressas as métricas mais comumente utilizadas nos estudos de fragmentos, apresentando seus índices, descrição e autores.

Quadro 2. Métricas da paisagem

Índices	Descrição	Referências
Dimensão fractal	Esse índice mede a complexidade das formas dos fragmentos. As paisagens com manchas de formas mais simples (quadradas, retangulares) e regulares terão uma, dimensão fractal próxima de 1. Paisagens com manchas de forma mais complexas terão valores de D próximos de 2.	Krummel et al. (1987) Gardner et al. (1987), Milne (1988), O'Neill et al (1988)
Proporção de borda	Proporção simples de *pixels* de borda.	
Bordas	É um índice de intensidade de contato entre duas unidades da paisagem. Como o índice não é normalizado, ele varia de 0 a infinito.	Gardner et al. (1987), Turner (1987)
Proporção de pontos de convergência (C)	C é sensível ao grau de complexidade no arranjo espacial das unidades da paisagem, i.e. à fragmentação da paisagem. Quanto maior C, mais complexa é a paisagem.	Metzger & Muller (1996) Metzger (1995)
Número de fragmentos	Índice mais simples para medida da fragmentação, i.e. do grau de ruptura de uma determinada unidade. Os valores desse índice dependem da área da paisagem.	Romme (1982) Burkey (1989)
Densidade de estruturas de conexão	Proporção de áreas de conexão (corredores e *stepping stones*).	Metzger (1995), Metzger (2000)
Isolamento	Medida simples de distância.	Van Apeldoorn et al. (1992)
Percolação de habitat de interior	Mede o grau de conexão das manchas de uma determinada unidade. Quanto maior IHP, menor a conectividade da paisagem.	Metzger e Décamps (1997)

Fonte: Adaptado de Metzger (2012)

As métricas da paisagem, se utilizadas de forma criteriosa, são importantes ferramentas de investigação da estrutura da paisagem. Seus resultados quantitativos, agregam aos estudos ecológicos as análises estatísticas. Se bem empregados, os dados obtidos podem influenciar e delinear decisões futuras sobre áreas a serem preservadas, projetos de conservação e formulação de legislações ambientais.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e as imagens de satélite desempenham um papel fundamental no levantamento de dados e na realização automatizada de cálculos relacionados à Ecologia da Paisagem. Através dessas tecnologias, é possível obter informações precisas sobre a distribuição dos fragmentos florestais, sua área, forma e contexto na paisagem. Além disso, os SIGs permitem a análise de métricas de paisagem e a detecção de mudanças ao longo do tempo, fornecendo uma visão abrangente da dinâmica dos ecossistemas florestais. As imagens de satélite, por sua vez, possibilitam o monitoramento remoto das áreas, permitindo uma análise eficiente e abrangente das mudanças na cobertura vegetal.

No entanto, embora essas ferramentas sejam extremamente valiosas e forneçam informações importantes, elas representam apenas uma parte da pesquisa em ecologia da

paisagem. A observação direta e o trabalho de campo continuam sendo essenciais para a compreensão completa dos fragmentos florestais e das interações entre os elementos da paisagem.

No estudo dos efeitos de borda em fragmentos florestais, a abordagem integrada que combina tecnologias de sensoriamento remoto, como SIGs e imagens de satélite, com trabalhos de campo desempenha um papel crucial. Inicialmente, as ferramentas de sensoriamento remoto permitem a identificação e caracterização dos fragmentos, fornecendo métricas precisas de sua forma, tamanho e contexto na paisagem circundante. Isso é essencial para a compreensão das mudanças na estrutura e na dinâmica dos fragmentos florestais ao longo do gradiente de borda.

No entanto, a verdadeira compreensão dos efeitos de borda vai além dos números e métricas. É no campo que se pode observar diretamente como os fragmentos respondem às influências da borda, como variações na temperatura, umidade e luminosidade. Além disso, o campo permite estudar as respostas da fauna e flora aos efeitos de borda, identificando espécies sensíveis a essas mudanças e avaliando como as comunidades biológicas são afetadas.

Portanto, ao adotar uma abordagem integrada, que une a análise geoespacial com observações de campo, os pesquisadores podem obter uma compreensão mais completa e holística dos efeitos de borda em fragmentos florestais. Essa combinação de técnicas permite não apenas quantificar, mas também qualificar as mudanças ecológicas que ocorrem nas áreas de transição entre os fragmentos e seu entorno, contribuindo para a conservação e gestão eficazes desses ecossistemas delicados.

2. A POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL BRASILEIRA – CONTEXTO HISTÓRICO E ATUAL

Segundo Otte et al. (2007), o interesse por compreender as paisagens, suas funções e seus serviços ecossistêmicos cresceu muito entre a comunidade científica, gestores e população de forma geral. Neste capítulo irá se discutir como esse aumento de interesse impactou a aplicação e formulação da legislação ambiental brasileira, apresentando uma análise histórica das políticas públicas ambientais no Brasil.

Desenvolvida sob influência e em resposta às exigências e aos movimentos internacionais, que a partir da metade do século XX ganharam força pelo mundo, a política ambiental brasileira apresenta muitas flutuações em sua trajetória. Para compreendermos a atual política ambiental do Brasil, é plausível caracterizarmos o processo de evolução e os caminhos percorridos até o cenário atual.

Iniciando as discussões com apontamentos sobre o surgimento das ideias de preservação florestal e, em seguida, analisando o panorama histórico das ações de preservação ambiental no Brasil, busca-se compreender como as políticas de preservação florestal surgiram em nosso país. Com foco nas principais políticas adotadas, pretende-se ampliar a visão histórica do contexto de criação de áreas protegidas, para melhor compreender-se o processo de fragmentação florestal em nosso país e sua interferência na dinâmica das paisagens locais.

2.1. Preservação florestal: uma ideia que atravessa séculos

A ideia de proteção da natureza, mais especificamente a proteção florestal, não é tema recente e trata-se de um fenômeno universal que tem sido aplicado por comunidades tradicionais há anos. Desde o início do desenvolvimento da humanidade, os seres humanos compreenderam que seus recursos provêm da natureza, e que a forma como fazem uso dos recursos renováveis e não renováveis influencia na sua própria existência.

O mais antigo relato de medida para a proteção da natureza, muito provavelmente seja indiano. Em 322 a.C., no Império Máuria foi instituído o *"Arhtashastra",* um documento político que, entre outros temas, tratava da proibição da caça em determinados locais e dos cuidados e proteção da água. Nesse período, também foi nomeado um *"kupyadhyaksha"*, um tipo de fiscal florestal que era responsável pelo cumprimento das imposições do documento (CULLET E GUPTA, 2009).

Segundo Gari (2006), há registros de que já na Península Árabe pré-islâmica (Século VII) foram delimitadas as chamadas "*himãs*" que significa "lugar proibido ou protegido", na qual estabeleciam-se áreas reservadas de proteção de árvores e pastagens, sendo proibida a colheita indiscriminada, de forma temporária ou permanente. Essa medida era tomada para a proteção de seus oásis e áreas de pastoreio.

Alguns registros das práticas conservacionistas praticadas pela humanidade demonstram que a ideia de conservação da natureza já existe há muito tempo e sempre foi estimulada por motivos diversos como, por exemplo, a religiosidade. Oviedo (2008) relata que na Índia, áreas florestadas consideradas sagradas como *Devarakadu* de Western Ghats, foram preservadas, inclusive, durante guerras; no México, a população Huichol protege várias áreas naturais, onde há a presença de plantas consideradas sagradas e, no norte da África, as florestas conhecidas por *"Almorabitos"* são preservadas há séculos pelo povo Amazigh, também por serem consideradas sagradas.

Há relatos de que William, O Conquistador, ao se tornar Rei da Inglaterra em 1066 (período feudal), criou áreas florestais para caça, restritas à realeza e com legislações que previam punições aos invasores. Inclusive, o utilitarismo das áreas naturais, principalmente para a prática de caça e extração de madeira, motivou a implantação de várias legislações de proteção/restrições às florestas reais, aplicadas na Europa no século XV, determinando que algumas áreas poderiam ser utilizadas apenas pela nobreza (PHILLIPS, 2004).

Durante a revolução industrial, com o expressivo aumento das cidades, surgiu uma das mais agressivas formas de relacionamento entre sociedade e meio ambiente. Em paralelo à expressiva urbanização, surgiram os movimentos voltados à instituição de áreas naturais, com o objetivo não somente de proteção da fauna, flora e seus habitats, mas para demonstração de status da aristocracia rural (BARBOSA, 2008).

As discussões mundiais sobre a tomada de medidas para a conservação da natureza e proteção de áreas naturais se intensificam no século XIX. Um dos marcos mundiais mais importantes da ideia de implantação de áreas naturais protegidas, é a criação do primeiro Parque Nacional, localizado em Yellowstone nos Estados Unidos. Inaugurado em 1 de março de 1872, o Parque de Yellowstone foi o primeiro no mundo a receber recursos federais para a proteção da paisagem natural.

O parque foi fundado principalmente para a proteção de características geotérmicas únicas, mas a preservação de toda sua composição também foi estipulada. Sendo reconhecido como um reservatório internacionalmente significativo, Yellowstone é considerado uma linha de base com a qual outros ecossistemas podem ser comparados (HUFF, VARLEY, 1999). Sua

área é de 8.991 km² e apresenta expressiva geodiversidade e biodiversidade. O mesmo computa uma das maiores concentrações de gêiseres do planeta (300), lagos termais, quedas d'água (*Upper* e *Lower Falls*), o cânion *Grand Canyon of Yellowstone* e fauna diversa (ursos, alces, cervos, lobos, bisões, entre outros).

Desde então, dezenas de parques e reservas com propósitos semelhantes foram criados por todo o mundo, com o objetivo de proteger as paisagens naturais contra a urbanização, a industrialização e a exploração desenfreadas.

Na América do Sul o primeiro parque nacional a ser fundado foi na Argentina. Em 1922, *Parque Nacional del Sur*, que em 1934 mudou de nome para *Parque Nacional Nahuel Huapí*, foi criado por influência do naturalista argentino Francisco Pascacio Moreno, que ao receber terras do governo como forma de pagamento por serviços prestados, devolveu a maior parte destas sob condição de que as mesmas fossem protegidas (SCARZANELLA, 2002).

No Brasil, o primeiro parque nacional foi criado em Itatiaia, em 1937. Proposto pelo botânico Alberto Löfgren, em 1913, o parque tinha por objetivo o incentivo à pesquisa e o lazer para as populações dos centros urbanos. Entretanto, embora seja considerado um marco importante para a preservação de nossas florestas, muitas outras medidas antecederam e pautaram a criação do Parque Nacional do Itatiaia, conforme debate apresentado na sequência.

2.2. As primeiras ações ambientais brasileiras

Embora medidas de proteção ambiental não sejam recentes, a sociedade brasileira como muitas outras, se desenvolveu sem considerar as consequências da exploração e do consumo indiscriminado de recursos naturais. Hoje, uma das pautas das discussões ambientalistas mais relevantes tem como foco o desenvolvimento sustentável, defendendo a preservação ou utilização dos recursos naturais causando menor impacto possível.

Esse conceito de preservação se desenvolveu a partir da década de 1970, e ganhou força atualmente com a implantação de educação ambiental em escolas, desenvolvimento de empresas sustentáveis e esforço de governantes em realizar ações e acordos que minimizem os impactos das ações humanas na natureza.

Warren Dean (1996) em seu livro *"A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira"* realizou um estudo inédito para a história ambiental brasileira, apontando as várias interferências humanas e suas consequências na Mata Atlântica. No texto, o autor afirma que somente após anos de exploração começam a surgir movimentos pautados em

conscientização ecológica, induzindo a criação de legislações e programas de reflorestamento, manejo de florestas e educação ambiental.

Desde o início de sua colonização, a história do Brasil tem sido marcada por ciclos econômicos exploratórios. De acordo com Drummond (1997, p. 53) "o território brasileiro foi alvo do projeto expansionista de um povo com notáveis competências para a exploração sistemática dos recursos naturais das terras 'novas do ultramar'". Em busca de tomar posse do território brasileiro, a Coroa Portuguesa iniciou o processo de colonização das terras com intensa exploração dos recursos naturais, sendo o primeiro o ciclo de exploração do pau-brasil.

O ciclo de exploração do pau-brasil foi intenso e em pouco tempo a espécie se tornou escassa, abrindo espaço para a derrubada das florestas para implantação de espécies exóticas, com destaque para a cana-de-açúcar, base da economia colonial. Além da retirada das florestas para formação das áreas de plantio, as caldeiras dos engenhos de produção do açúcar também eram alimentadas por árvores de floresta primária (PÁDUA, 2002). Parcela significativa das florestas componentes da Mata Atlântica foi retirada para servir de combustível.

Com o avanço do desmatamento houve o descobrimento de depósitos de ouro e diamante, e o início da exploração mineral. Embora o desmatamento em decorrência desse ciclo não tenha sido tão intenso quanto seu antecessor, não se pode ignorar a desenfreada retirada da Mata Atlântica principalmente na região de Minas Gerais, para esta finalidade.

Na primeira metade do século XIX, em atendimento à demanda internacional, houve a expansão das lavouras de café no Brasil. Gomes (2011) descreve o café como um "devorador de selvas", pois segundo o pensamento desenvolvimentista da época, a vegetação era vista como um "estorvo", e deveria ser retirada para dar espaço à civilização e aos processos de desenvolvimento.

Segundo Dean (1996), até então, o Estado do Rio de Janeiro havia sido poupado do cultivo de cana de açúcar por seu terreno acidentado, porém logo percebeu-se seu potencial para o desenvolvimento da cultura cafeeira, e as fazendas de café começaram a ser implementadas no estado. Essa paisagem em transformação é representada em pinturas da época (Figura 8).

Figura 8. Gravura de Rugendas mostrando a colheita de café realizada por braços escravos, nos arredores da cidade do Rio de Janeiro. Ao fundo, o morro do Pão-de-Açúcar.

Ainda em relação à implantação das plantações de café na Mata Atlântica, Dean (1996) descreve como ocorreu o estabelecimento da cultura no Rio de Janeiro e a relevância das condições paisagísticas do local para o seu desenvolvimento:

> A planta encontrou na província do Rio de Janeiro um ambiente adequado, se não ideal, para o seu cultivo. Exige precipitação pesada de chuvas, de 1300 a 1800 milímetros por ano, porque transpira continuamente e, como uma árvore do sub-bosque, não tem nenhum mecanismo para armazenar ou conservar umidade. Submetida a uma estação seca em seu habitat nativo, retira umidade do solo a profundidade consideráveis - três metros ou mais - como reserva de água. O café foi a princípio plantado ao longo do litoral, onde pode ter sofrido um pouco com os ventos salinos oceânicos. Logo foi transferido para o planalto um pouco mais fresco, onde se dispõe de uma temperatura ótima de 20º a 24ºC. A estação seca mais pronunciada do interior também é favorável porque o início das chuvas é o principal indutor da florescência e porque a floração promove o amadurecimento simultâneo dos frutos. A estação seca, de maio até agosto, quando se realiza a colheita, oferece outra vantagem competitiva, porque facilita a secagem dos grãos ao ar livre, um processo que, em outras circunstâncias, teria de ser realizado em fornos de lenha (DEAN, 1996, p.195).

A partir de 1840 a demanda internacional pelo café brasileiro ampliou significativamente. De acordo com Delfim Netto (1979), a infestação de pragas (*Elaschita*

coffeela) em cafés das Antilhas Holandesas fez crescer a procura pelo café do Brasil. Aliado a isso havia o incentivo interno para o aumento de produção como por exemplo: a dispensa de serviço militar para aqueles que plantassem e a liberação de impostos por mais de uma década (SIMONSEN, 1940). Esses fatores influenciaram a rápida expansão cafeeira pelo país, além do Rio de Janeiro, avançando por São Paulo, Minas Gerais e chegando no Sul até o Paraná. A produção revolucionou a economia, em 100 anos o café gerou para o Brasil o equivalente a seis vezes o valor gerado pela produção de açúcar em 300 anos. Segundo Dean (1995) essa expansão gerou grande desmatamento e o cultivo de áreas para suprir muito além da demanda mundial.

Não tardou para que os danos causados pela devastação desenfreada começassem a ser notados. Já em 1824 o Rio de Janeiro enfrentou uma severa crise hídrica, seguida por sucessivos episódios de estiagens nos anos de 1829, 1833 e 1834. A drástica redução de água vinda das nascentes tornou insuficiente a sua captação para atender às necessidades da população, tornando o problema do abastecimento uma prioridade social.

Almeida (2011) afirma que até a década de 1880 toda a água consumida na cidade do Rio de Janeiro era proveniente da Floresta da Tijuca. Entretanto, essa área havia sido devastada nos anos anteriores (Figura 9), causando o desaparecimento de muitas nascentes.

Figura 9. “Defrichement d’une forêt”, retrata o desmatamento da Floresta da Tijuca para dar espaço ao plantio de café. Trata-se de uma gravura de Laurent Deroy (1797-1886), feita a partir de um desenho de Johan Moritz Rugendas (1802-1858) no período que esteve no Rio de Janeiro, entre 1822 e 1824. Obra “Viagem pitoresca através do Brasil”.

Diante da crise ambiental que foi instaurada, em 1840, Dom João VI ordenou que os cortes de árvores na Tijuca fossem cessados e anos depois efetivou-se a desapropriação da área (DRUMMOND, 1988). Porém, essas medidas não foram suficientes para se recuperar a floresta e muito menos a resolução da falta de água. Dando continuidade ao processo de recuperação, em 1861 o Imperador Dom Pedro II, aconselhado por José Bonifácio e demais estudiosos da época, declarou a Floresta da Tijuca como área de Florestas Protetoras e ordenou o replantio de árvores nativas na área degradada, acelerando o processo de reflorestamento e de recuperação de nascentes. A missão de plantio das árvores foi conferida ao Major Manuel Gomes Archer e sua equipe que, em apenas 13 anos, plantaram mais de 100 mil árvores.

Segundo alguns autores, os maiores estímulos dessas medidas foram em prol da elite carioca. Buscando a manutenção do abastecimento de água das áreas urbanas, a produção de um clima saudável e de áreas de lazer, a Floresta da Tijuca também era considerada uma área de refúgio para os mais ricos em períodos de epidemias (ALMEIDA, 2011; FERNANDES, 2011).

Entretanto, embora a medida de proteção e recuperação da floresta da Tijuca tenha sido realizada em função de um desastre ambiental e visando o bem estar de uma pequena parcela da população, é perceptível que durante o Segundo Reinado havia a valorização de saberes científicos, uma vez que houve a preocupação de se consultar estudos e realizar planejamentos de recuperação.

Segundo Menezes (2010), o “Imperial Instituto patrocinou a reflexão intelectual entre a elite brasileira acerca da serventia das florestas como mantenedoras dos mananciais, reguladoras do clima, fontes de saber botânico e áreas de lazer.” Considera-se que essa ação é um marco para a história ambiental brasileira, pois é quando oficialmente a história de nossas áreas protegidas se inicia (VIEIRA, 2010). A criação da Floresta da Tijuca, que hoje integra o Parque Nacional da Tijuca (Figura 10), é considerada um marco fundamental para as ações conservacionistas das florestas brasileiras.

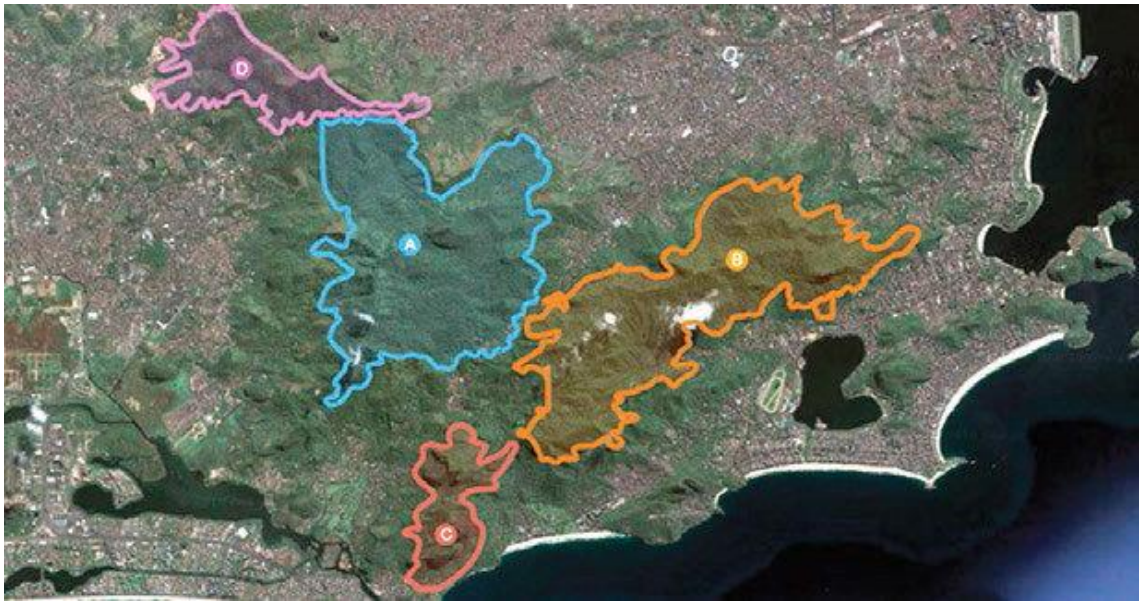

Figura 10. Área do Parque Nacional da Tijuca e seus setores. Setor A – Floresta da Tijuca, Setor B – Serra da Carioca, Setor C - Pedra Bonita/ Pedra da Gávea e Setor C - Pretos Forros/Covanca. Fonte: Silva et al (2017)

Ainda nesse período, em 1878 foi organizado na cidade do Rio de Janeiro um evento pelo governo imperial, intitulado *Congresso Agrícola*, reunindo agricultores das principais regiões brasileiras produtoras de café: Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo. O objetivo do evento era discutir diretrizes para auxiliar a lavoura, uma vez que o Brasil se encontrava em período de grandes mudanças econômicas, políticas e sociais (transição para o trabalho livre, crise fiscal, ameaça de transição política, entre outros). Foram registrados e documentados os discursos desse evento e, entre outros temas, discutiu-se o impacto do desmatamento desenfreado na produção do café.

No discurso de Manoel Ribeiro do Val, o autor credita às grandes lavouras o atraso agrícola e industrial do país, discutindo a necessidade de educação agrícola como forma de resolução dos problemas enfrentados na época, a baixa produtividade e o esgotamento dos terrenos:

> [...] o município mais rico e produtor de café, hoje vai em decadência, devido unicamente ao exaurimento do terreno, e não há falta de braços e capitais, e assim vão decaindo outros importantes municípios, conforme a maior ou menor quantidade de ainda existentes de suas matas [...] (CONGRESSO AGRÍCOLA, 1878, p.162).

Outro ponto de debate no evento consiste nas alterações climáticas que ocorriam na época e também foram associadas à prática do desmatamento:

> [...] nos bons tempos antigos, chuvas abundantes caíram desde o princípio de agosto até o fim de maio com somente uma quinzena de tempo quente e seco, o veranico e que, hoje, temos de oito a nove meses de seca e somente três ou quatro de chuvas (CONGRESSO AGRÍCOLA, 1878, 163 –164).

Passados alguns anos, em 14 de outubro de 1886, a Lei nº 3.311 passou a considerar crime “incendiar ou destruir plantações, colheitas, matas, lenha cortada, pastos ou campos”, prevendo pena de prisão com trabalho de um a três anos e multa. Embora essa lei considere crime a destruição de matas, seu intuito não era o de preservação da natureza e sim o de proteção de propriedades e bens privados.

Ao final do período Imperial há um expoente das ideias preservacionistas, pois cada vez mais era perceptível os impactos gerados pelo desenvolvimento da agricultura, dos grandes latifúndios e das monoculturas. Entretanto, embora houvesse alertas sobre as consequências do desmatamento, a legislação não correspondia às necessidades ambientais e as derrubadas persistiram de forma intensa.

Em 1889 há a Proclamação da República Brasileira e, dois anos depois, em 1891 é promulgada a primeira Constituição da República. Em relação às políticas ambientais, não houve avanços, o documento não faz nenhuma menção à gestão, proteção ou recuperação de recursos naturais, ignorando totalmente a preservação do meio ambiente.

Todavia, embora a Constituição de 1891 não tenha apresentado artigos, parágrafos ou incisos em que governos (federal, estadual e municipal) são responsabilizados sobre o uso dos recursos naturais, vários decretos foram publicados nos anos seguintes com o intuito de regulamentar a legislação em relação à preservação florestal.

Como exemplo, podemos citar a criação da primeira Reserva Florestal do Brasil no Acre em 1911, através do Decreto 8.843/1911, e também a criação do Serviço Florestal do Brasil, criado pelo decreto legislativo n. 4.421, de 28 de dezembro de 1921, sendo essa a primeira instituição brasileira responsável pela gestão de florestas, a qual cabia promover a conservação, beneficiamento, reconstituição, formação e aproveitamento das florestas, o que compreendia o auxílio à preservação, criação e guarda das florestas protetoras; o estabelecimento e propagação dos conhecimentos relativos à silvicultura, incluindo-se a distribuição de sementes e mudas; o estudo e difusão dos processos de conservação das madeiras; a organização da estatística florestal; a escolha das regiões para instituição das reservas florestais; o estudo das condições para a criação de parques nacionais; a determinação de medidas de proteção e de polícia florestal; e a divulgação, por meio de publicações, de trabalhos dedicados às florestas (BRASIL, 1921).

Assim, é possível perceber que a preocupação em preservar as matas brasileiras ganhou espaço tanto na mentalidade de pesquisadores quanto em órgãos governamentais. Embora até a década de 1920 o Brasil ainda fosse muito carente de medidas protetivas à natureza, pois era urgente a necessidade de um Código Florestal federal, legislações específicas e mecanismos de

controle e fiscalização, as ações tomadas nesse período foram de suma importância para as mudanças ocorridas nas décadas subsequentes.

Embora tenha-se registro de iniciativas isoladas e específicas em períodos anteriores, a política ambiental federal brasileira começou de fato a ser delineada a partir da década de 1930, durante o governo de Getúlio Vargas e no decorrer do tempo passou por inúmeras alterações até chegar a sua configuração atual.

Para sintetizar e elencar os principais instrumentos e evolução da política ambiental no Brasil, a Figura 11 apresenta uma linha do tempo com a indicação das principais legislações que foram significativas para a conservação florestal brasileira. Esta foi organizada de forma a demonstrar a data de implantação das citadas legislações, propondo uma separação de períodos, que são examinados nos tópicos subsequentes.

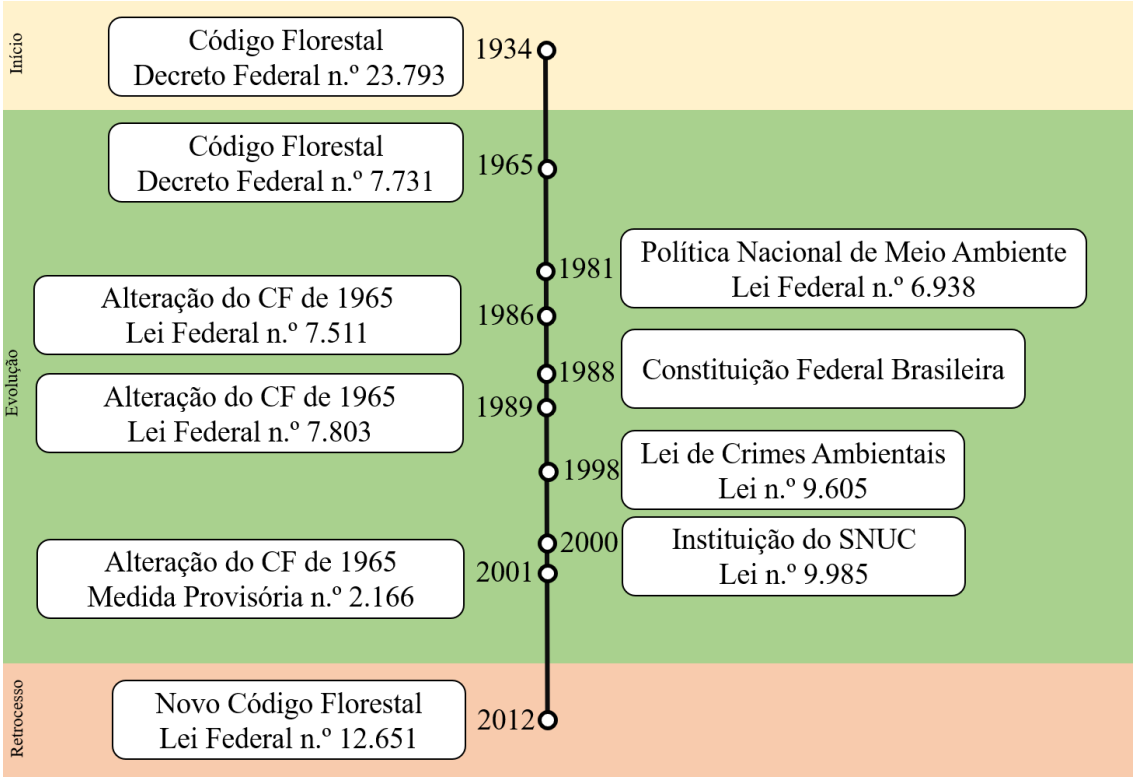

Figura 11. Principais legislações brasileiras de proteção florestal. Fonte: Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Com base na linha do tempo, observa-se que a trajetória da conservação florestal brasileira pode ser compreendida em diferentes fases. Inicialmente, a implementação do primeiro Código Florestal marcou o início do processo conservacionista, estabelecendo algumas diretrizes para a proteção das florestas. Com o passar do tempo, entramos em uma fase de evolução das políticas ambientais, marcada pela instituição de inúmeras leis e códigos voltados para a preservação desse bioma único. Essas regulamentações visavam frear o

desmatamento, promover a restauração e, ao mesmo tempo, conciliar a conservação com o desenvolvimento econômico.

No entanto, mais recentemente, observou-se um declínio e retrocesso nesse movimento de conservação com a revisão do Código Florestal, o que gerou preocupações em relação à preservação principalmente da Mata Atlântica. Essa nova legislação, vista por muitos como menos restritiva, levantou questionamentos sobre a capacidade de garantir a proteção adequada a esse bioma tão ameaçado. Na sequência debate-se de forma mais detalhada a evolução das legislações supracitadas.

2.3. O CÓDIGO FLORESTAL DE 1934: os primeiros mecanismos legais de proteção às florestas

O primeiro Código Florestal Brasileiro, foi promulgado durante o governo de Getúlio Vargas através do Decreto nº 23.793/34. O documento apresentava certa versatilidade em relação à conservação, contrariando determinados conceitos de preservação florestal. Publicado em um período em que o país buscava se modernizar, industrializar, e a expansão cafeeira avançava pelo Sudeste, seu texto apresenta conceitos a priori de viés preservacionista, porém apresenta ideias não distantes das anteriores legislações, buscando a normalização da exploração.

Logo no primeiro artigo do Código é declarado que todas as florestas passam a ser consideradas “bem de interesse comum a todos os brasileiros” (BRASIL, 1949, art. 1º) e, em seguida, classifica-as em quatro tipos: 1. as “protetoras”, que, por sua localização, servissem, conjunta ou separadamente, para qualquer dos fins seguintes: a) conservar o regime das águas; b) evitar a erosão; c) fixar dunas; d) auxiliar a defesa das fronteiras; e) assegurar condições de salubridade pública; f) proteger sítios que por sua “beleza natural mereçam ser conservados”; e g) asilar espécimes raros da fauna indígena; 2. as “remanescentes”, que são aquelas que formam parques ou assemelhados; 3. as “modelos”, que são “as artificiais constituídas apenas por uma, ou por limitado número de essências florestais, indígenas ou exóticas, cuja disseminação convenha fazer-se na região”; 4. e as de “rendimento”, todas as demais florestas, nas quais permitia o uso intensivo dos recursos naturais. (BRASIL, 1934, art. 3º a 7º).

A classificação de algumas florestas como “protetoras” e “remanescentes”, demonstra uma preocupação em relação à preservação de rios, lagos e áreas de risco (encostas íngremes e dunas). Inclusive, foi essa classificação que deu origem, anos depois, ao conceito de áreas de preservação permanente (APPs).

Mas as demais classificações seguem o viés tradicional de regulamentação e utilização das florestas, utilizando os termos “florestas modelos” e “florestas de rendimento”, ambas voltadas à exploração dos recursos naturais. Inclusive, o Capítulo III do código é destinado às normatizações da exploração florestal. Considerando a importância da lenha e do carvão como recursos energéticos na época, havia a preocupação econômica de se ter mais florestas. Aumentando a oferta do produto, se evitaria a escassez futura, e com árvores distribuídas em mais locais, haveria a facilitação da logística.

Neste sentido, foi implantado pelo Código a obrigatoriedade de preservação de 25% das áreas de matas da propriedade, entretanto a redação deixou brechas para que essa porcentagem também fosse retirada, com tanto que fosse realizado o reflorestamento. Porém, não está claro como deveria ser realizado, deixando a livre vontade do proprietário delimitar as áreas a serem preservadas, independentemente de sua localização.

Sobre o reflorestamento, o Código salienta que as florestas homogêneas (referindo-se às florestas de araucárias) deveriam ser “substituídas por mudas da mesma espécie ou de outra essência florestal julgada preferível”, e nas florestas heterogêneas o reflorestamento poderia ocorrer com “espécie diferente das abatidas, visando a homogeneidade da floresta futura e a melhoria da composição florística” (BRASIL, 1934, art. 50). Percebe-se que o incentivo da legislação para que ocorresse a “substituição” por espécies que fossem produtivas e de rentabilidade econômica maior, inclusive a indicação de homogeneização da floresta, incorre na perda de biodiversidade.

Embora a legislação abordasse punições a aqueles que não a cumprissem (Capítulos IV, V e VI), o desmatamento continuou ocorrendo de forma acelerada no país, principalmente no interior, que estava sendo colonizado nesse período. No Paraná, por exemplo, onde se localizava grande parte das florestas de araucárias do país, a retirada dessa espécie foi desenfreada, indicando que na prática o plano de preservação de 25% das matas não foi praticado.

Os debates ambientalistas avançaram em relação à concepção de áreas ambientalmente protegidas quando, em 1937, houve a criação do primeiro Parque Nacional: o Parque Nacional do Itatiaia (PNI). Localizado na Serra da Mantiqueira, abrangendo os municípios de Itatiaia e Resende no Estado do Rio de Janeiro, e Bocaina de Minas e Itamonte no Estado de Minas Gerais, com área de aproximadamente 12.500 hectares (125 km²), foi ampliado para 28.000 hectares (280 km²) em 1982. A partir da criação do PNI, vários outros parques nacionais foram criados, submetidos a fiscalização e administração do Serviço Florestal Brasileiro, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura. Em 1967 houve a criação do IBDF – Instituto Brasileiro

de Desenvolvimento Florestal, órgão também vinculado ao Ministério da Agricultura, que foi o responsável pelas áreas protegidas (MOURA, 2016).

A criação do Código Florestal de 1934 constituiu um reflexo da política desenvolvimentista praticada pelo governo Vargas, portanto, embora fundamentada com elementos preservacionistas, apresentou muitas lacunas e contradições, o que aliado à displicência de fiscalização, fez com que a legislação não se efetivasse de fato.

Além dele, nesse período houve a implantação do Código de Águas (Decreto nº 24643/1934), Código de Caça e Pesca (Decreto nº 23672/1934) e Decreto de proteção aos animais (Decreto nº 24645/1934), importantes legislações para a implantação de instrumentos legais de proteção dos recursos naturais brasileiros.

2.4. DE 1965 A 2012 – A evolução das legislações florestais no Brasil

Com a evolução tecnológica houve o avanço da mecanização agrícola e, com isso, o eminente desmatamento em prol de áreas agricultáveis. Estes fatores de ameaça às florestas tornaram insustentável manter uma legislação que não protegesse efetivamente a vegetação natural. Assim, em 1961, durante o governo de João Goulart, o Ministério da Agricultura sob a chefia do Ministro Armando Monteiro Filho, requereu a implantação de uma nova legislação ambiental (RIBEIRO, 2011).

Entretanto, apenas em 15 de setembro de 1965, durante o governo militar do presidente Humberto de Allencar Castelo Branco, foi promulgada a Lei Federal nº 4.771, que instaurou o Novo Código Florestal.

Um importante avanço e marco desse código é a legitimação da classificação de áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal (RL). O Código Florestal de 1965, em seu texto original, indicava e delimitava quais eram as áreas que deveriam ser consideradas áreas de preservação permanente (Figura 12), entretanto, não apresentava uma definição clara.

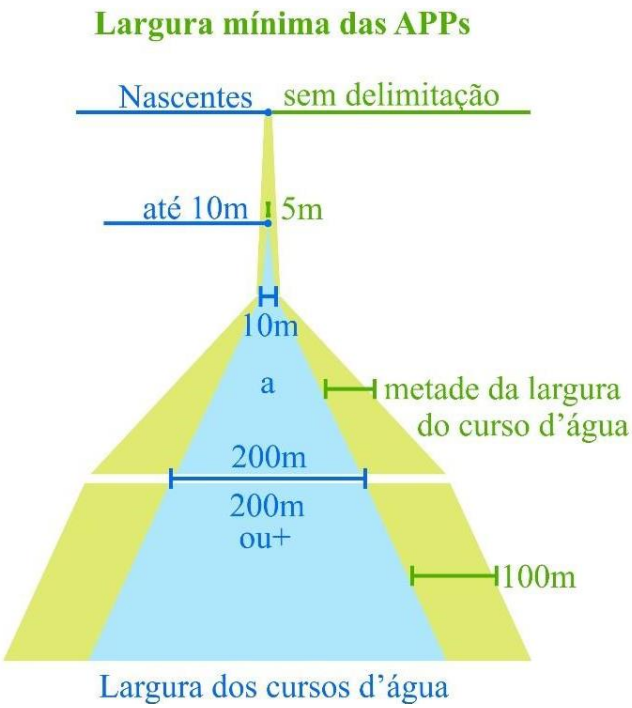

Figura 12. Largura mínima das áreas de APP segundo Código Florestal de 1965. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024.

Esta falta de clareza na delimitação do termo causou muitas discussões judiciais e doutrinárias em relação ao que seria ou não uma APP (FRANCO, 2003). Inclusive, muitos compreendiam que somente a vegetação localizada nas áreas delimitadas é que estavam protegidas, e não a área em si, abrindo margem para o uso antrópico em áreas sem cobertura florestal, excluindo a obrigatoriedade de preservação e/ou recuperação (BRANDÃO, 2001).

Apenas em 2001, com a medida provisória nº 2.166-67/01, essas áreas foram de fato definidas. Deste modo, APP passou a ser entendida como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2001). Ou seja, ela tem por função não apenas preservar a vegetação, mas também suas funções, como proteção ao solo, à água e à biodiversidade (MACHADO, 2012)

Por sua vez, a Reserva Legal é caracterizada como uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural. O que no código de 1934 era chamado de "quarta parte" da propriedade, e entendido como reserva de "exploração florestal", neste passa a ser delimitado em porcentagem (50% para a Amazônia e 20% para o restante do país) e como auxiliares na promoção e conservação da biodiversidade. De forma muito contraditória, essa legislação permitia a exploração florestal e o desmatamento de 100% da mata nativa, exigindo que

houvesse a reposição das árvores com o plantio de espécies exóticas em substituição às espécies nativas.

O texto original do Código de 1965, assim como o Código de 1934, não apresentou medidas que o fizessem sair, de fato, do papel (PASQUALETTO, 2011). O não cumprimento era caracterizado apenas como infração e a falta de fiscalização corroborava com a não implementação do que estava em lei. O código foi aos poucos pontualmente alterado, passando por uma profunda reforma. Entretanto, apesar de todas as leis e modificações, o que era observado na época era o avanço do desmatamento.

Durante os anos de 1968 e 1973 o Brasil vivia o chamado "milagre econômico brasileiro". Enquanto muitos países se preocupavam com a degradação ambiental, o pensamento nacional e posicionamento político era do "crescimento a qualquer custo". E foi com essa postura de resistência ao reconhecimento da importância da problemática ambiental que o Brasil participou em 1972 da Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, também conhecida como Conferência de Estocolmo. Em decorrência de sua sede, esta contou com a presença de 113 países.

Esse foi o primeiro encontro internacional de grande porte, com representantes de diversas nações para discutir problemas ambientais, com foco na relação entre desenvolvimento e meio ambiente. Na conferência, foram tratados temas como poluição atmosférica, da água e do solo provenientes da industrialização e a pressão do crescimento demográfico sobre os recursos naturais e, a partir dessas discussões, foi elaborado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (RIBEIRO, 2001). As discussões não foram consensuais entre os participantes, especialmente para os países em desenvolvimento como o Brasil, os quais se opuseram às medidas propostas com o argumento que elas barrariam o crescimento econômico.

Na época, o Brasil estava sob regime militar, no governo do General Emílio G. Médici (1969-1974), e o representante brasileiro na Conferência foi o Ministro Costa Cavalcante. A postura do ministro brasileiro causou espanto e alvoroço ao defender a posição de "Desenvolver primeiro e pagar os custos da poluição mais tarde" e foi estendida a uma faixa com os dizeres "Bem-vindos à poluição, estamos abertos a ela. O Brasil é um país que não tem restrições, temos várias cidades que receberiam de braços abertos a sua poluição, porque nós queremos empregos e dólares para o nosso desenvolvimento" (DIAS, 2004, p.36). Foram inúmeras as resistências registradas por parte da delegação brasileira, tanto que o Secretário-Geral, Maurice Strong, chegou a afirmar que a liderança movimento contra a realização da Conferência foi estabelecida pelo Brasil (ANDRADE, 2012).

Mesmo diante de embates, a Conferência de Estocolmo representou a primeira tentativa de aproximação entre direitos humanos e meio ambiente. Desde então, todas as discussões políticas mundiais agregam o tema qualidade ambiental, passando a ser considerado um direito fundamental para todas as pessoas (SOARES, 2003). No Brasil, embora o pensamento inicial não tenha sido de aceitação das medidas de proteção e conservação da natureza, a Conferência de Estocolmo também foi um divisor de águas. Mesmo que, inicialmente, as atitudes tomadas tenham sido em relação à pressão internacional, a política ambiental brasileira assumiu novos rumos, ainda que de forma lenta.

Em virtude da grande influência exercida pela Conferência e o aumento da consciência ecológica, o processo legislativo de proteção e preservação do meio ambiente sofreu alterações no Brasil. Em 1981, foi criada a Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em prol de assegurar a "manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo (art. 2º)" (BRASIL, 1981), seguida pela a Lei nº 7.347/85, a qual disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, possibilitando o acesso coletivo à Justiça para defesa do meio ambiente.

Em 1985, logo após o fim da ditadura militar e início do governo de José Sarney, foi criado o Ministério do Meio Ambiente e, no ano seguinte, foram promulgadas medidas provisórias de alteração do código florestal. Os limites das APPs foram expandidos, a distância mínima passou de 5 para 30 metros em rios com menos de 10 metros de largura, 100 metros para rios entre 50 e 100 metros de largura, 150 metros para rios entre 100 e 200 metros e, para rios com 200 metros de largura ou maiores, o limite passou a ser equivalente à largura do rio (Figura 13).

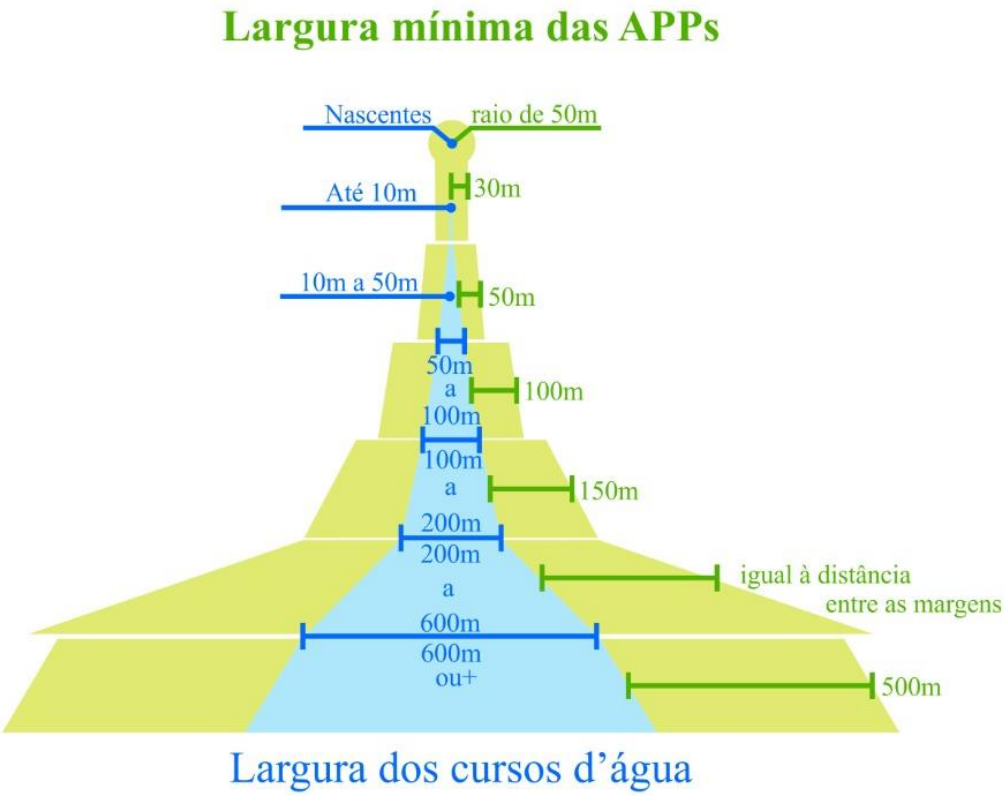

Figura 13. Os limites de APPs definidas pela Lei Nº 7.511/86. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024.

Em relação a RL, a ementa passou a proibir a exploração florestal em áreas de vegetação nativa, mas manteve a exploração de áreas já desmatadas, permitindo que a reposição ocorresse com espécies exóticas, tais como *Pinus* e *Eucalipto* (BRASIL, 1986). Essa medida funcionou quase que como uma forma de anistia para aqueles proprietários de terra que não seguiam o Código até então.

Em 1988 há um dos maiores marcos da política ambiental brasileira, a Constituição Federal é reformulada e, pela primeira vez, eleva o meio ambiente à categoria de bens tutelados pelo ordenamento jurídico, estabelecendo o direito ao meio ambiente sadio como direito fundamental e de todos, além de dedicar um capítulo inteiro (número VI, Art. 225) com conteúdo orientador ao direito ambiental (BRASIL, 1988). Segundo Silva (2004), ela é chamada por muitos de a "Constituição Verde", pois trata deliberadamente da questão ambiental, através da implantação de mecanismos para proteção e controle do meio ambiente.

Em 1989, os avanços em relação à conservação e à proteção das florestas e da biodiversidade continuaram. A medida provisória promulgada pela Lei 7.803/89 fez a primeira menção de que as florestas desmatadas fossem replantadas com espécies nativas, e nas RL não poderia ocorrer nenhuma atividade que demandasse desmatamento. A emenda contemplou

também o bioma cerrado, não citado anteriormente em nenhuma legislação, exigindo a preservação de 20% de sua área (BRASIL, 1989).

Em relação às APPs, a emenda de 1989 alterou os limites para rios acima de 100 metros de largura. Passou a ser de 100 metros para rios entre 50 e 200 metros de largura, 200 metros para rios entre 200 e 600 metros e 500 metros para rios com largura superior a 600 metros. E foram implantadas APPs em áreas que não haviam sido contempladas anteriormente: nascentes e "olhos d'água" (50 metros); bordas dos tabuleiros ou chapadas (mínimo de 100 metros), e em altitudes superiores a 1.800 metros (BRASIL, 1989). Embora estas medidas tenham apresentado uma evolução conservacionista na legislação, elas ainda não eram suficientes para a preservação da biodiversidade. A Figura 14 exemplifica as alterações realizadas.

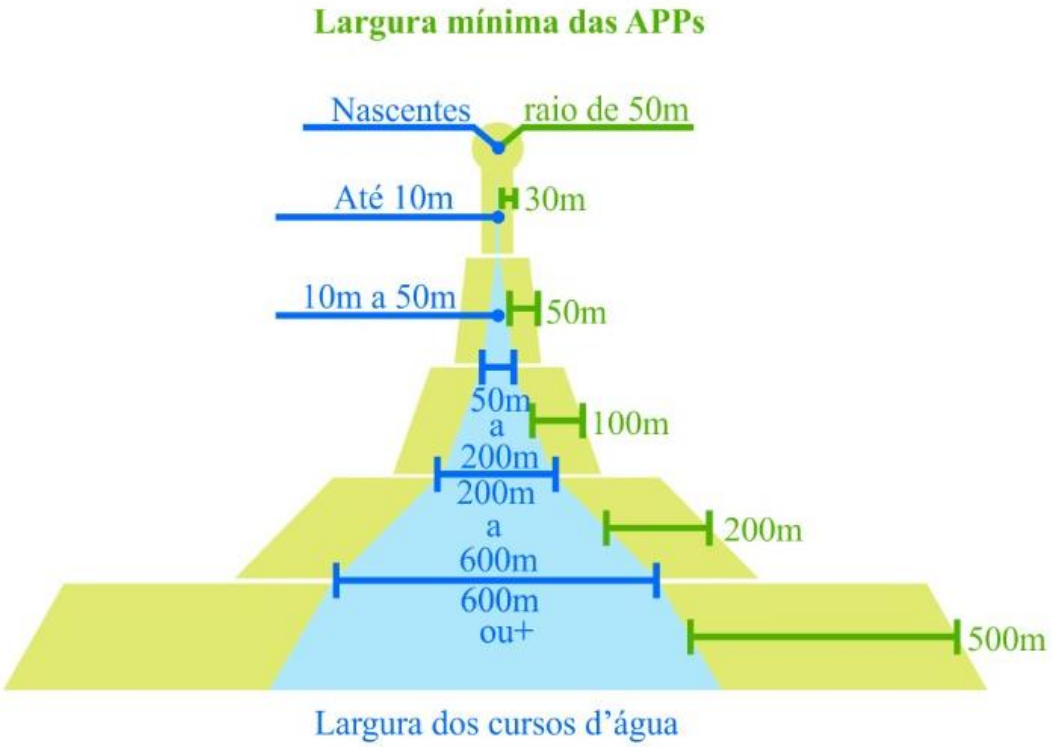

Figura 14. Os limites de APPs definidas pela Lei Nº 7.803/89. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024.

Metzger (2010) realizou um estudo investigando o caráter científico do Código Florestal de 1965 e através dele apontou que a literatura científica indicava a necessidade de expansão das Áreas de Preservação Permanente, de pelos menos 100 m (50 m de cada lado do rio), independentemente do bioma, do grupo taxonômico, do solo ou do tipo de topografia.

Discutindo também se a extensão das Reservas Legais (RL) nos diferentes biomas brasileiros é adequada e suficiente, o autor conclui que, em relação a conservação da biodiversidade, são necessárias áreas mínimas de 50% no bioma Amazônia, e de pelo menos 20% em regiões mais intensamente ocupadas (METZGER, 2010). Sendo esses números longe

de serem os ideais, pois há evidências de que áreas com menos de 30% de habitat natural preservado tendem a apresentar apenas pequenos fragmentos isolados e, consequentemente, pequena biodiversidade (MARTENSEN et al. 2008; METZGER et al. 2009).

Não se pode deixar de citar neste momento a realização da II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Chamada de ECO-92 ou Rio 92, teve por objetivo principal discutir formas de conciliar o desenvolvimento econômico e social com a preservação dos ecossistemas e inspirou muitas decisões na política ambiental brasileira. Durante a Conferência foram produzidos documentos relacionados à conservação e proteção do meio ambiente, dentre eles a Agenda 21. É composta por 40 capítulos, dos quais 3 tratam diretamente da relação entre as atividades agrícolas e a proteção florestal: o combate ao desflorestamento, o manejo e o gerenciamento de ecossistemas frágeis e a promoção do desenvolvimento rural sustentável (AGENDA 21, 1992). Segundo Novaes (1992), a Rio-92 realizou uma considerável exposição mundial dos problemas ambientais e científicos, incorporando a questão ambiental ao cotidiano da população.

Diante de todo o ideal de conservação e sustentabilidade que era discutido em escala mundial, o governo brasileiro foi pressionado a tomar medidas e realizar modificações na legislação ambiental, tornando-a mais rígida e aplicável.

Assim, em 1998 é criada a Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605/98), que passa a determinar sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Com a instauração desta lei, as infrações passaram a ser uniformizadas e melhor definidas, além do avanço em relação à responsabilização de pessoas jurídicas, permitindo que grandes empresas respondessem criminalmente pelos danos que haviam causado à natureza. Essa lei permitiu que diversas infrações apontadas pelo Novo Código se tornassem crimes, permitindo a aplicação de multas pelos órgãos de fiscalização ambiental. Foi somente com a Lei n.º 9.605/98 em vigor que proprietários de terras rurais começaram a ser pressionados a se adequar e conservar os recursos ambientais (PASQUALETTO, 2011).

Em 2000, foi sancionada a Lei nº 9.985 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, estabelecendo os critérios e as normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, gerido pelas três esferas de governo (federal, estadual e municipal) (BRASIL, 2000). Esse conjunto de diretrizes, categoriza as unidades de conservação (UC) dividindo-as em 12 categorias e 2 tipos de acordo com seu uso e proteção: Unidades de Proteção Integral (áreas que apresentam maior fragilidade ambiental e não é permitido o uso direto de recursos) e Unidades de Uso Sustentável (permitido o uso de recursos) (Quadro 3)

(Figura 15). Essa lei se tornou um grande pilar da proteção e conservação da biodiversidade brasileira, uma vez que sistematizou e instrumentalizou uma organização legal das UC.

Destaca-se também que foi a partir do SNUC que os corredores ecológicos passaram a constar na legislação. Eles são apontados como importantes instrumentos de gestão e ordenamento territorial que tem por objetivo garantir a manutenção dos processos ecológicos nas áreas de conexão entre Unidades de Conservação.

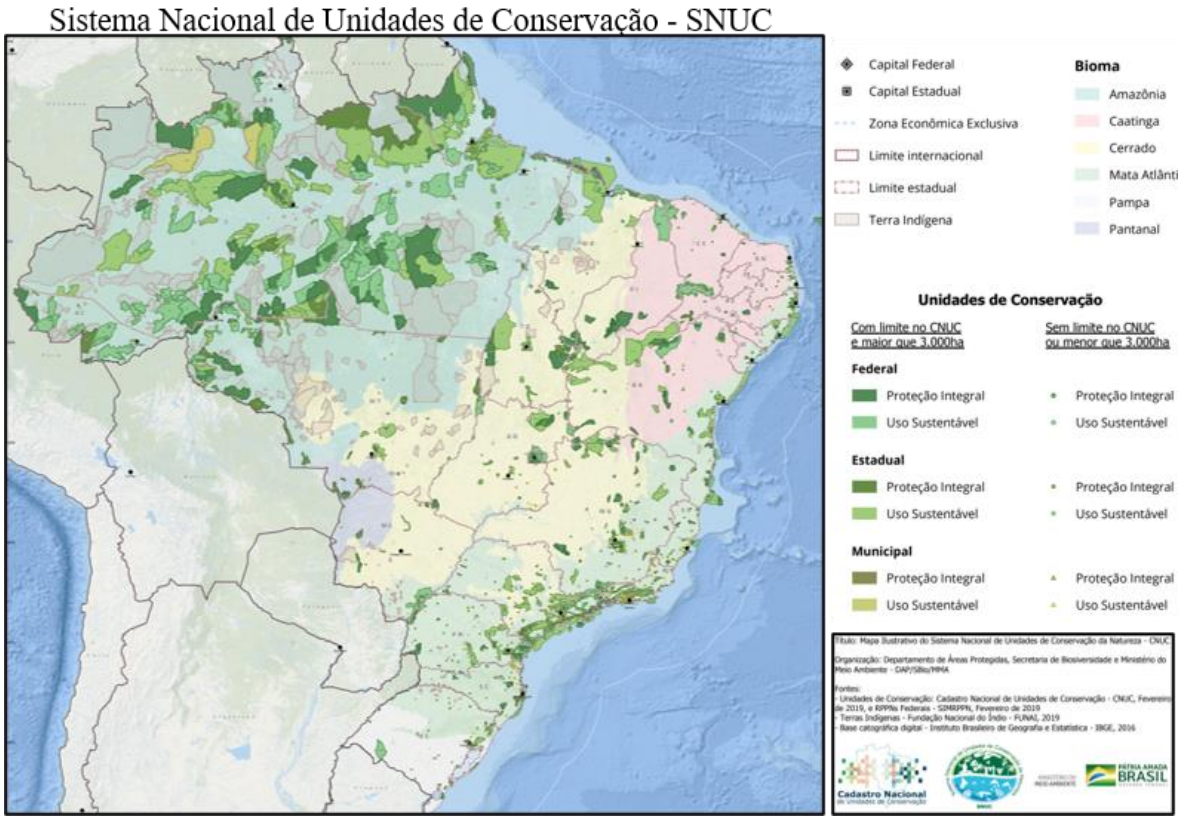

Figura 15. Mapa de distribuição das Unidades de Conservação no Brasil. Fonte: MMA (2019)

Quadro 3. Categorias das Unidade de Conservação segundo o SNUC.

	Categoria de UC	Lei/ Dec. de criação	Finalidade	Exemplo	Nº de UC's	% Total de UC's	Área Total Protegida (km²)	Área Continental (Km²)	Área Continental (%)	Área Marinha (Km²)
Unidades de Proteção Integral	Estação Ecológica	Lei Nº 6.902/81	Preservar a natureza e a realização de pesquisas científicas	E E do Cerrado Campo Mourão (PR)	99	3,89	119.775,6	119.606,34	1,40%	169,26
	Reserva Biológica	Lei Nº 5.197/67	Preservação integral da biota e demais atributos naturais	R B das Perobas Tuneiras do Oeste (PR)	66	2,59	56.249,71	55.702,65	0,65%	547,06
	Parques	Lei Nº 23.793/34	Preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, permitindo pesquisas científicas, recreação e turismo ecológico	Parque Nacional do Iguaçu (PR)	499	19,61	364.383,8	359,704,56	4,23%	4,679,29
	Monumento Natural	Lei Nº 9.985/00	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.	MN Gruta da Lancinha Rio Branco do Sul (PR)	66	2,59	116.537,7	1.668.21	0,02%	114.869, 50
	Refúgio da Vida Silvestre	Lei Nº 9.985/00	Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidade da flora local e da fauna residente ou migratória.	RVS do Pinhão (PR)	84	3,30	6.838,69	5.979,57	0,07%	859,12
Unidades de Uso sustentável	Área de Proteção Ambiental	Lei Nº 6.902/81	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais	APA Escarpa da Esperança (PR)	388	15,25	1.301.058, 98	465.429,58	5,47%	835.629, 40
	Área de Relevante Interesse Ecológico	Lei Nº 6.902/81	Manter ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza	ARIE Parque JK (DF)	61	2,40	1.174,56	1.170,05	0,01%	4,51
	Floresta	Dec. Nº 23.793/34	Uso dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.	Floresta Nacional do Amazonas(AM)	108	4,25	314.010,4	314.010,40	3,69%	-

	Reserva Extrativista	Lei Nº 9.985/00	Proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.	Reserva Extrativista Chico Mendes – (AC)	96	3,77	156.899,7	149.205,90	1,75	7.693,88
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	Lei Nº 9.985/00	Proteção da natureza e da manutenção da diversidade biológica assegurando condições necessárias para as populações tradicionais ecológicas locais.	RDS da Ilha do Morro do Amaral – Joinville (SC)	39	1,53	112.393,7	12.393,75	1,32	53,04
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Dec. Nº 1.922/96	Conservação da diversidade biológica.	RPPN Agro Mercantil Vila Rica Ltda. – Fênix (PR)	1.038 *	40,80	6.057,28	6.057,28	0,07%	-
	Reserva de Fauna	Lei Nº 5.197/67	Estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos	Não há registros						

*Embora o banco de dados do MMA tenha sido atualizado em 2021, encontra-se com dados desatualizados em relação ao número de RPPNs. Fonte: Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) (Ministério do Meio ambiente – Departamento de Áreas Protegidas, 2º semestre de 2021

Em 2001, novas modificações foram realizadas no Código Florestal através da Medida Provisória Nº 2.166-67. Somente a partir dessa medida passa a vigorar o conceito de RL como necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas. Na Amazônia Legal, as áreas de RL são expandidas para 80% e no Cerrado para 35% (BRASIL, 2001).

Diante das modificações realizadas, são iniciados movimentos de "flexibilização" da legislação. Segundo Metzger (2010), eles visavam a expansão econômica e regularização de atividades agrícolas, buscando principalmente a inclusão das APPs no cômputo das RL; e o uso de espécies de interesse econômico, em geral exóticas.

Essas discussões induziram à proposta de reforma do Código Florestal, que após 12 anos em trâmite na Câmara dos Deputados e diversas discussões entre ruralistas e ambientalistas, resultou na implementação de um novo Código Florestal em 2012, através da Lei 12.651/12, o qual considera-se um retrocesso em relação às conquistas anteriormente obtidas.

2.5. CÓDIGO FLORESTAL DE 2012 - O retrocesso

Partindo do pressuposto de que o Código Florestal de 1965 e o SNUC estavam engessando a expansão agrícola e prejudicando pequenos produtores rurais, os movimentos ruralistas realizaram uma grande pressão para que ocorressem mudanças na legislação. Assinala-se o forte apelo e apoio político a esse movimento, notadamente no Congresso Nacional via Câmara dos Deputados e Senado Federal. Nesses espaços a consolidação da bancada ruralista foi articulada, estratégica e fundamental para a aprovação da atual legislação.

A proposta de criação do Código Florestal de 2012 surge explicitamente com base na premissa de garantir o desenvolvimento econômico (REBELO, 2010) e visando a legalização das irregularidades praticadas pelo não cumprimento da lei anterior (SAUER; FRANÇA, 2012). A nova legislação passou por significativas mudanças em relação às regras de proteção ambiental e incorporou ao texto mecanismos de auxílio à regularização fundiária.

A edição da Lei 12.651/12 se deu durante o governo de Dilma Rousseff. Nesse período, houve manifestações populares contra a aprovação do código, como o movimento "Veta Dilma", mas o governo cedeu à pressão da bancada ruralista e, embora tenha realizado 12 vetos e 32 modificações por meio da Lei nº 12.727/12, aprovou um texto de enorme retrocesso em relação à preservação e recuperação ambiental.

As alterações realizadas pelo “mais novo” Código Florestal estão relacionadas com mudanças nas definições de Reserva Legal, Área de Preservação Permanente, pequena propriedade rural, de utilidade pública e interesse social e com a incorporação de dois instrumentos: o Cadastro Ambiental Rural e o Programa de Regularização Ambiental (RORIZ; FEARNSIDE, 2015).

O Novo Código apresenta o conceito de “Área Rural Consolidada”, área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris. Essa definição legitima os desmatamentos ilegais e degradações ambientais ocorridos até 2008, inclusive em APPs e em Reserva Legal (SAUER; FRANÇA, 2012), portanto, novamente, um salvo-conduto aos infratores.

No que se refere às áreas de Reserva Legal, elas passaram a ser de 80% na Amazônia (podendo ser reduzida a 50% em determinados casos), 35% para áreas de cerrado e 20% para as demais áreas do país. O reflorestamento para recomposição da RL poderá ser realizado através de regeneração natural da área ou por replantio. Se o proprietário optar por replantio, é permitido que até 50% das espécies sejam exóticas ou frutíferas, assim como se permite ao proprietário a exploração econômica da área. As propriedades menores que 4 módulos fiscais foram isentas da recomposição de RL, desde que desmatadas até o ano de 2008 (BRASIL, 2012).

Em relação às áreas de APP, as reduções foram ainda maiores e as alterações mais significativas. O conceito de topos de morros, montes, montanhas e serras foi alterado e, com isso, a proteção sobre essas áreas reduziu 87% (SOARES-FILHO et al., 2014). Foram mantidas as proteções em encostas declivosas, mas em áreas de uso rural consolidado retira-se a exigência de recomposição.

Nas APPs hídricas as mudanças foram expressivas e danosas. Em relação às nascentes, apenas as perenes, e não mais as intermitentes, passam a ser protegidas e as áreas úmidas e de várzea passam a depender de ato do poder público para serem consideradas protegidas (BRASIL, 2012). Nas margens dos cursos d’água, embora se mantenham as metragens, a forma de medição mudou, diminuindo em muitos casos a APP, que passaram a ser calculadas a partir do leito “regular”, em vez da utilização do leito maior hidrológico (Figura 16), como era realizada pela legislação anterior.

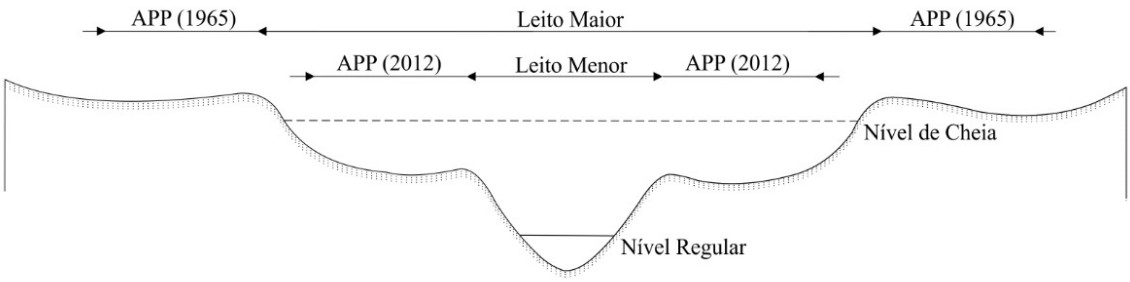

Figura 16. Diferença entre as formas de medição das APP's Hídricas. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2024.

Corroborando a diminuição de área de APP, a legislação emprega que a recuperação das áreas de preservação permanente deverá ser de acordo com o tamanho da propriedade. A obrigação de recomposição da mata desmatada é de 1 metro (se a propriedade tem até 4 módulos fiscais), 8 metros (se a propriedade tem entre 5 e 15 módulos fiscais) ou 15 metros (se a propriedade tem mais de 15 módulos fiscais) (BRASIL, 2012).

Considerando que cerca de 90% dos imóveis rurais do Brasil tem menos de 4 módulos (SNCR, 2012), que o tamanho dos módulos fiscais pode ser alterado e não seguem um padrão em todo o país, a recomposição florestal baseada nesse aspecto pode gerar muito problemas de âmbito ambiental e até mesmo jurídico. Essas medidas serviram como absolvição para aqueles que não haviam se adequado às legislações anteriores, uma vez que desconsiderou as infrações cometidas até o ano de 2008 e reduziu drasticamente as áreas que deveriam ser reflorestadas.

Segundo Soares-Filho (2014), a vultuosa anistia concedida pelo Código Florestal de 2012 reduziu em 58% o passivo ambiental dos imóveis rurais no Brasil. Com isso, a área desmatada ilegalmente, que pela legislação anterior deveria ser restaurada, foi reduzida de 50 para 21 milhões de hectares, sendo 22% Áreas de Preservação Permanente nas margens dos rios e 78% áreas de Reserva Legal. Tais reduções causam impacto na conservação ambiental, principalmente na Amazônia, no Cerrado e na Mata Atlântica. Por exemplo, na Mata Atlântica, onde somente de 12 a 16% de floresta ainda se mantém, a recuperação é de extrema necessidade para provisão de serviços ambientais, tais como o fornecimento de água (SOARES-FILHO, 2014).

Em relação à fiscalização, o Código apresenta como novidade o CAR – Cadastro Ambiental Rural. Regulamentado através do Decreto Nº7.830/12, trata-se de um registro público em um sistema eletrônico (Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR), obrigatório a todos os imóveis rurais, com finalidade de integrar todas as informações referentes à propriedade: Posse, APP, RL, remanescentes vegetais, áreas de uso restrito e áreas consolidadas. Esses dados formam uma base de dados do nível local ao federal, permitindo

pesquisas, controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, podendo ser usado como ferramenta no combate ao desmatamento (SFB, 2021).

O Decreto nº 7.830/12 também regulamentou a criação do Programa de Regularização Ambiental – PRA, compreendendo um conjunto de ações ou iniciativas a serem desenvolvidas por proprietários e posseiros rurais, com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental ao que é previsto no Código de 2012. Essas ações são compostas por: adesão ao CAR; assinatura de termo de compromisso de adesão ao PRA; elaboração de uma proposta simplificada de adesão; e regularização ambiental (BRASIL, 2012b). Voltada aos proprietários que dispuserem de passivo ambiental relativo à supressão irregular de remanescentes da vegetação nativa, que ocorreu até 22 de julho de 2008, a adesão ao PRA faz com que multas e sanções sejam revertidas em ações de recuperação, recomposição, regeneração ou compensação da vegetação.

Embora tenham sido implantadas ferramentas de regularização, o modelo adotado a partir do reflorestamento por módulos dificulta a fiscalização, pois não há um padrão claro a ser seguido. Por exemplo, podem ocorrer situações em que em um mesmo rio, as larguras de vegetação ripárias sejam diferentes. Além disso, o sistema CAR tem demonstrado fragilidades em sua metodologia, principalmente em relação ao levantamento geométrico dos limites a serem declarados, divulgando dados preocupantes em relação à sobreposição de áreas.

Entretanto, a criação e implementação do CAR, embora apresente falhas, tem demonstrado resultados em relação a criação de base de dados. A obrigatoriedade implantada por lei, e exigida pelas instituições de financiamento de crédito rural, cooperativas e instituições que envolvem a prática agrícola, pressionou agricultores a aderirem ao registro. Esses podem ser acessados livremente no SICAR, o que contribui para que os dados cadastrados sejam utilizados para pesquisas científicas diversas como, por exemplo: quantificação de vegetação nativa (APARECIDO, 2021); quantificação hídrica, como contagem de nascentes (DA FONSECA MALTEZ et al., 2021); planejamento ambiental (SILVA, et al. 2021); análise da relação entre conservação e permanência dos agricultores no meio rural (DONATO; FERREIRA, 2021); entre muitas outras pesquisas que vão desde a análise de indicadores de desenvolvimento sustentável a precificação de serviços ambientais.

Assim, se a implantação dessa ferramenta não cumpre totalmente com os objetivos de fiscalização fundiária e ambiental, ao menos tem contribuído para se estabelecer análises importantes sobre a situação da preservação florestal brasileira, a partir de uma base cartográfica cadastral inédita na escala nacional. Além dos dados que podem ser facilmente acessados, outras questões são levantadas a partir da obrigatoriedade do CAR, tais como:

análise do conhecimento dos proprietários rurais sobre seus direitos e deveres, acesso a informação e a estrutura necessária para realização do cadastro, apoio de instituições públicas e privadas em relação a regularização, entre outras.

O atual Código Florestal foi aprovado a partir do pressuposto de que o código anterior e as UCs estariam engessando a expansão agrícola. Cedendo aos interesses do agronegócio (TERRA DE DIREITOS, 2009; METZGER et al., 2010; ARAÚJO; JURAS, 2012), e desconsiderando pesquisas e evidências científicas (METZGER et al., 2010; TOLEDO et al., 2010; VIEIRA; BECKER, 2010; ARAÚJO; JURAS, 2012), a legislação atual flexibilizou a proteção ambiental e criou um novo paradigma de adequação da regra à realidade e não da realidade à regra (RORIZ; FEARNSIDE, 2015).

Considerando as especificidades da Mata Atlântica, além da observância às demais legislações ambientais nacionais, existem documentos específicos que tratam desse bioma. A forte pressão antrópica sobre esse bioma exigiu uma atenção especial em relação à aplicação de mecanismos de proteção e recuperação.

2.6. Legislações da Mata Atlântica

Decorrente de sua riqueza biológica e dos elevados níveis de ameaça, a Mata Atlântica é apontada como um dos *hotspots* mundiais, ou seja, um bioma prioritário para a conservação de biodiversidade em todo o mundo (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2004). Localiza-se do Ceará até o Rio Grande do Sul e originalmente se estendia por 1.350.000 km² do território nacional, porém foi reduzida a 8% de seu território original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2002).

Além dos demais mecanismos de proteção florestal já citados neste texto, a Mata Atlântica é o único bioma brasileiro que conta com leis e termos de proteção específicos. Desde 1993 o Decreto Federal n.750/93 definiu legalmente os termos de proteção da Mata Atlântica, e em 1988 esse bioma passa a ser considerado Patrimônio Nacional declarado pela Constituição Federal.

Segundo o Decreto supracitado, considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (Art. 3º) definidos pelo Mapa de Vegetação do Brasil elaborado pelo IBGE (1988). A partir do Mapa, era proibido o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária ou em estágios avançados e médios de regeneração da Mata Atlântica (Art. 1º, 5º e 7º) (BRASIL,

1993). O Decreto Federal nº 750/93 vigorou até 2008, quando foi substituído pelo Decreto n. 6.660/08.

Em 2006, foi editada a Lei nº 11.428/06, chamada Lei da Mata Atlântica, dispondo sobre a utilização e proteção da vegetação nativa desse bioma. Uma das grandes diferenças entre o decreto anterior e essa lei diz respeito à exploração da vegetação.

Segundo a Lei da Mata Atlântica, a vegetação primária e secundária em avançado estágio de regeneração podem vir a ser suprimidas em casos de utilidade pública, pesquisa científica e prática preservacionista mediante apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA (Art. 20). Em relação à vegetação em estágio médio de regeneração, acrescentou-se como requisito de interesse social como exceção à proibição de desmatamento (Art. 14). Esses fragmentos florestais, se compostos por mais de 60% de árvores nativas em relação às demais espécies ali existentes, podem ser suprimidos, desde que respeitadas as áreas de APP e RL (Art. 28) (BRASIL, 2006).

Em 2008, o Decreto Federal nº 750/93 foi revogado pelo Decreto nº 6.660/08 que, por sua vez, se mostrou muito mais flexível que seu antecessor. O texto utiliza do termo “extrativismo sustentável”, o qual gera uma interpretação muito ampla e ambígua, que pode facilmente ser distorcido e manipulado, de forma a propiciar a exploração de produtos florestais, tais como madeira, lenha, entre outros (tanto via exploração eventual como comercial).

A Mata Atlântica até hoje não recebe a proteção requerida por um bioma ameaçado de extinção. Os instrumentos legais de proteção (Lei n.11.428/06 e Decreto n.6.660/08) são falhos, desguarnecem a proteção desse bioma e ampliam os riscos que pairam sobre ele. A edição das referidas normas representa evidente retrocesso na proteção, distorcendo e flexibilizando as disposições do Decreto Federal n.750/93, que apresentava um texto muito mais rígido (VARJABEDIAN, 2010).

Porém, apesar de todas suas falhas, a Lei da Mata Atlântica ainda apresenta maior proteção a esse bioma do que o Código Florestal. No Código Florestal de 2012 há anistia aos desmatamentos ocorridos anteriormente a 2008, e a obrigatoriedade de recuperação de áreas de preservação permanente apresenta metragem irrisória. Pela Lei da Mata Atlântica, todo desmatamento de vegetação nesse bioma só é permitido mediante autorização, e jamais poderá ocorrer em áreas de preservação permanente. Ou seja, não há possibilidade que estas áreas sejam consideradas áreas consolidadas. Após 1993, toda área de Mata Atlântica que seja desmatada sem autorização prévia poderá sofrer com embargo e multa, além da obrigatoriedade de reflorestamento do que foi desmatado.

A aplicação de duas legislações, com propostas contraditórias em determinados pontos, não é possível. Desse modo, a existência da Lei da Mata Atlântica e do Código Florestal tornaram confusas as regras em estados onde o bioma está presente. As grandes discussões estão em torno do marco temporal, uma vez que no Código Florestal os desmatamentos ilegais ocorridos até julho de 2008 não podem sofrer multas e tem regras mais frouxas para a recomposição. Há uma grande pressão por parte de proprietários de terras para que essa seja a regra a ser seguida.

Em 2020, durante o governo de Jair Bolsonaro, o então ministro do meio ambiente Ricardo Salles assinou um despacho (4.410/2020) no qual nas áreas de Mata Atlântica a legislação que passaria a ser válida seria o Código Florestal. Essa medida anistiaria 329,7 mil hectares de Mata Atlântica devastados entre 1990 e 2008 (BRAGANÇA, 2020). Após ações do Ministério Público Federal e sociedade civil, o despacho foi revogado dois meses depois. Entretanto, a partir dele, surgiram ações judiciais para que a Lei da Mata Atlântica fosse desconsiderada.

Na região sul do país, principalmente no estado do Paraná, há a argumentação de que a Lei da Mata Atlântica traria graves consequências sociais e econômicas, pois iria inviabilizar pequenas propriedades rurais e atividades ligadas à cadeia florestal, por exemplo. Com base nisso, está em processo judicial uma ação movida por três órgãos do Paraná - Instituto Água e Terra (IAT), IBAMA e Federação de Agricultura (FAEP), em prol da anistia para os desmatamentos entre 1993 e 2008, aplicação do Código Florestal e consideração das áreas de uso consolidado, diminuindo as áreas que devem ser reflorestadas (BRONOSKI, 2021).

As legislações florestais no Brasil surgem com o interesse primário de regulamentação da exploração, com foco e interesse puramente econômico. Entretanto, com o tempo, o mundo passou a ter novos olhares para a questão ambiental e esses olhares refletiram em nosso país. Desta forma, a política ambiental brasileira mudou muito. Motivada pela pressão internacional, ou em busca de medidas mitigatórias para a resolução de problemas ambientais, aos poucos houve a evolução para legislações que buscassem atrelar a conservação do meio ambiente à produção e ao desenvolvimento econômico.

Por fim, deixo minhas considerações de que no momento atual vivemos um retrocesso. A não aplicação do Código Florestal de 1965 abriu brechas para um novo código, com falhas e atrasos, que busca de forma errônea privilegiar proprietários de terras. Além do mais, desde o ano de 2018, o governo brasileiro tem se mostrado contrário às políticas de conservação ambiental, promovendo diversas ações de ameaça ao meio ambiente.

A partir dessa análise, foi possível concluir que as legislações seguem as tendências sociais e são fortemente regidas pelo interesse econômico e político, já a consciência sobre meio ambiente e conservação florestal mudou e evoluiu muito. Temas que jamais seriam discutidos há 100 anos, hoje são pauta de reportagens, são discutidos em escolas e em conversas informais, demonstrando que a sociedade civil tem cada vez mais se integrado a esses assuntos. E por que isso se faz importante? Por que não se pode lutar por aquilo que não se conhece, não se pode defender aquilo que não se acredita. A resposta para evolução e melhoria das legislações ambientais no Brasil está na educação ambiental. Um povo consciente de que "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado" (BRASIL, 1988) não irá somente preservar, irá defender e lutar para que isso aconteça.

2.7. Formações Vegetais Primárias e Estágios Sucessionais de Vegetação Secundária

A sucessão ecológica florestal é um processo gradual e contínuo de mudança nas comunidades que ocorre ao longo do tempo em uma área que foi afetada por algum tipo de perturbação, como um incêndio, desmatamento ou eventos naturais. Esse processo visa restabelecer um ecossistema em equilíbrio, passando por diferentes estágios de desenvolvimento vegetal.

Em busca de orientar procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná, em 18 de março de 1994 foi promulgada a Resolução CONAMA Nº 002, que definiu as Formações Florestais do Estado do Paraná em estágio primário, bem como os estágios sucessionais de vegetação secundária. Essa resolução considera Mata Atlântica, no Estado do Paraná, como sendo as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Manguezais e restingas.

Definidas as formações presentes na Mata Atlântica, apresenta como formações florestais paranaenses a Floresta Ombrófila Densa (terras baixas, submontana e montana), Floresta Ombrófila Mista (montana) e a Floresta Estacional Semidecidual (submontana).

Segundo essa resolução, é considerada como vegetação primária as comunidades vegetais que atendam as seguintes características:

a) Máxima expressão local
b) Grande diversidade biológica
c) Presença mínima de efeitos antrópicos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e das espécies.

Em relação à vegetação secundária, quanto aos estágios de sucessão, a legislação usa como critério a amostragem dos indivíduos arbóreos com CAP igual ou maior que 20 cm e apresenta os seguintes parâmetros para a classificação:

Para Estágio inicial:

a)fisionomia herbáceo/arbustiva, formando um estrato, variando de fechado a aberto, com a presença de espécies predominantemente heliófitas;

b) espécies lenhosas ocorrentes variam entre um a dez espécies, apresentam amplitude diamétrica pequena e amplitude de altura pequena, podendo a altura das espécies lenhosas do dossel chegar até 10 m, com área basal (m²/ha) variando entre 8 a 20 m²/ha; com distribuição diamétrica variando entre 5 a 15 cm, e média da amplitude do DAP 10 cm;

c) o crescimento das árvores do dossel é rápido e a vida média das árvores do dossel é curta;

d) as epífitas são raras, as lianas herbáceas abundantes, e as lianas lenhosas apresentam-se ausentes. As espécies gramíneas são abundantes. A serapilheira quando presente pode ser contínua ou não, formando uma camada fina pouco decomposta; e) a regeneração das árvores do dossel é ausente;

f) as espécies mais comuns, indicadoras do estágio inicial de regeneração, entre outras podem ser consideradas: bracatinga (*Mimosa scabrella*), vassourão (*Vernonia discolor*), aroeira (*Schinus terebenthi folius*), jacatirão (*Tibouchina Selowiana* e *Miconia circrescens*), embaúba (*Cecropia adenopus*), maricá (*Mimosa bimucronata*), taquara e taquaruçu (Bambusaa spp).

Para Estágio médio:

a) fisionomia arbustiva e/ou arbórea, formando de 1 a 2 estratos, com a presença de espécies predominantemente facultativas;

b) as espécies lenhosas ocorrentes variam entre 5 e 30 espécies, apresentam amplitude diamétrica média e amplitude de altura média. A altura das espécies lenhosas do dossel varia entre 8 e 17 metros, com área basal (m²/ha) variando entre 15 e 35 m²/ha; com distribuição diamétrica variando entre 10 a 40 cm, e média da amplitude do DAP 25 cm;

c) o crescimento das árvores do dossel é moderado e a vida média das árvores do dossel é média;

d) as epífitas são poucas, as lianas herbáceas poucas e as lianas lenhosas raras. As espécies gramíneas são poucas. A serapilheira pode apresentar variações de espessura de acordo com a estação do ano e de um lugar a outro;

e) a regeneração das árvores do dossel é pouca;

f) as espécies mais comuns, indicadoras do estágio médio de regeneração, entre outras, podem ser consideradas: congonha (*Ilex theezans*), vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia*), canela guaica (*Ocotea puberula*), palmito (*Euterpe edulis*), guapuruvu (*Schizolobium parayba*), guaricica (*Vochsia bifalcata*), cedro (*Cedrela fissilis*), caxeta (*Tabebuia cassinoides*), etc.

Para o Estágio avançado:

a) fisionomia arbórea dominante sobre as demais, formando dossel fechado e uniforme do porte, com a presença de mais de 2 estratos e espécies predominantemente umbrófilas;

b) as espécies lenhosas ocorrentes apresentam número superior a 30 espécies, amplitude diamétrica grande e amplitude de altura grande. A altura das espécies lenhosas do dossel é superior a 15 metros, com área basal (m^2/ha) superior a 30 m^2/ha; com distribuição diamétrica variando entre 20 a 60 cm, e média da amplitude do DAP 40 cm;

c) o crescimento das árvores do dossel é lento e a vida média da árvore do dossel é longa;

d) as epífitas são abundantes, as lianas herbáceas raras e as lianas lenhosas encontram-se presentes. As gramíneas são raras. A serapilheira está presente, variando em função do tempo e da localização, apresentando intensa decomposição;

e) a regeneração das árvores do dossel é intensa;

f) as espécies mais comuns, indicadoras do estágio avançado de regeneração, entre outras podem ser consideradas: pinheiro (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*), canafístula (*Peltophorum dubgium*), ipê (*Tabebuia alba*), angico (*Parapiptadenia rigida*), figueira (Ficus sp.).

Em suma, a Resolução CONAMA Nº 002 de 18 de março de 1994, ao definir as Formações Florestais do Estado do Paraná e os estágios sucessionais de vegetação secundária, estabeleceu critérios claros para o licenciamento da exploração da vegetação nativa. Ao reconhecer a Mata Atlântica como parte integrante do estado, delimitando suas formações, como a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, a legislação oferece uma base sólida para a gestão e conservação desses

ecossistemas. Distintas características foram delineadas para vegetação primária e secundária em diferentes estágios de sucessão, proporcionando uma abordagem abrangente e detalhada para a avaliação e classificação da cobertura vegetal. Esses parâmetros, desde o estágio inicial até o avançado, consideram não apenas aspectos estruturais, mas também a diversidade biológica e a presença de efeitos antrópicos, contribuindo para a preservação da rica biodiversidade das formações florestais paranaenses.

3. PERCURSOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Esta pesquisa desenvolve-se metodologicamente a partir da abordagem sistêmica que contempla a integração de elementos e da dinâmica da paisagem na composição do conjunto, considerando a correlação entre esses, bem como as interferências de um sobre o outro. Como método de estudo da paisagem e compreensão desses processos dinâmicos, Jean Tricart (1977) propõe a análise e delimitação de unidades de paisagem. Chamada de ecodinâmica, tem por base a análise sistêmica e enfoca as relações recíprocas entre os diversos componentes da dinâmica ambiental, com destaque para os fluxos de energia e materiais no ambiente.

Troll (1997) destacou que a paisagem é um espelho das mudanças que ocorrem ao longo do tempo, preservando vestígios do passado. Portanto, para compreender sua complexidade, é necessário identificar e definir suas variações, com o objetivo de posteriormente entender sua organização e classificação em diversas escalas e áreas geográficas. Segundo o autor, o dimensionamento abrange uma ampla gama, desde as unidades maiores até as menores, conhecidas como micro paisagens. Isso demonstra a existência de uma hierarquia de diferentes dimensões.

A Paisagem tem por propriedade básica a heterogeneidade (Forman; Godron, 1986; Urban et al., 1987; Turner, 1989). Desse modo, incorporar o conceito de geossistema na análise da paisagem possibilita a interpretação da totalidade do sistema e viabiliza a compreensão de suas funções, interconexões, distribuições, configurações, estruturas e operações.

A Ecologia da Paisagem advém da teoria sistêmica e, desse modo, apresenta amplo espectro de visões, teorias e metodologias, não sendo unificada (BASTIAN, 2001). Kirchhoff, Trepl e Vicenzotti (2012), em revisão da literatura, identificaram e discutiram seis concepções distintas de ecologia da paisagem, particularmente no que diz respeito à sua respectiva compreensão de “paisagem”, sendo:

1- Análise científica interdisciplinar de unidade de paisagem definidas subjetivamente – Unidades de Paisagem
2- Ecologia Topológica na Escala da Paisagem
3- Ecologia topológica multi-escala centrada no organismo
4- Organização biológica no nível da paisagem
5- Análise de sistemas Socioecológicos utilizando Ciências Naturais e Humanas
6- Ecologia guiada por significados culturais de paisagens.

Segundo os autores, nas concepções de número 1 e 5 o termo "ecologia" adquire uma conotação secundária, referindo-se ao estudo das interações entre as sociedades humanas e o

meio ambiente. Em contrapartida, as concepções de número 2, 3, 4 e 6 definem a ecologia da paisagem como uma subárea da "ecologia" no seu sentido original e puramente biológico, ou seja, se concentram no estudo das relações entre os organismos e seu ambiente.

Desse modo, a Ecologia de Paisagem transita entre duas grandes abordagens: a geográfica e a biológica. A abordagem geográfica une diversas disciplinas (geologia, pedologia, biologia, sociologia, etc), apresentando um viés integrador e holístico. É voltada geralmente à gestão e planejamento territorial e analisa a influência do homem sobre a paisagem. Já a abordagem ecológica apresenta visão mais reducionista e tem como escala de investigação a percepção da espécie estudada.

Em Ecologia de Paisagem o conceito de escala também é amplo, e interfere na tomada e apreciação dos dados, permeando todas as análises do trabalho. Existe uma multiplicidade escalar de padrões e processos em paisagem, o que ressalta uma perspectiva hierárquica (URBAN et al., 1987; WU; QI, 2000). Nesta pesquisa seguimos principalmente o viés geográfico, considerando o fator antrópico como principal agente de transformação da paisagem. Entretanto, foi necessário transitar entre as abordagens quando reduzimos a escala de análise.

Nessa ciência, o conceito de escala relaciona-se a resolução e a extensão do objeto de análise, de forma espacial e temporal. Na escala espacial, a resolução define quais objetos podem ser detectados com segurança na imagem utilizada, sendo pertinente ao tamanho dos pixels da imagem (TURNER et al., 1989). Sobre a extensão, relaciona-se com a localização da área de estudo, uma vez que o recorte espacial realizado pode omitir fatores de influência sobre o que está sendo analisado. Em relação a escala temporal, a resolução está atrelada ao recorte (dias, anos, meses, estações, etc) que será analisado.

Para a realização deste trabalho, optamos por uma abordagem multifocal englobando múltiplas escalas de análise. Isso significa que esse estudo não se restringe a uma única perspectiva ou nível de observação, mas incorpora diversas escalas para uma compreensão mais abrangente e holística da paisagem. A abordagem multiescalar permitiu explorar as complexas relações e interações em diferentes níveis, proporcionando uma análise mais aprofundada da paisagem atual, abrangendo as transformações que ocorreram desde a década de 1980. No Quadro 4, foram descritas as etapas do trabalho, assim como as escalas, as técnicas e abordagens de cada momento.

Quadro 4. Etapas realizadas no desenvolvimento da pesquisa.

Pontos analisados	**Escala Espacial**	**Escala Temporal**	**Dados base**	**Técnicas**
Transformações da paisagem em relação ao uso da terra	Recorte e delimitação espacial do município	A cada 5 anos	Imagens Dados da produção agrícola	Mapeamento
Métricas da paisagem	Escala municipal, porém com foco e destaque para cada fragmento		Mapas de Uso e Ocupação do Solo - MapBiomas	Aplicação de métricas utilizando *softwares*
Estágio de sucessão vegetacional e Efeito de borda	Bordas dos fragmentos	Verificação única.	Conama Nº 002/1994	Observação e medições em campo

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

A análise dos dados considerou as transformações da paisagem no decorrer das décadas pesquisadas, correlacionando a fragmentação florestal com os tipos de cobertura do solo do entorno; a fitogeografia local; as implicações da legislação ambiental no desmatamento, na preservação, conservação e/ou recuperação das florestas no interior do estado do Paraná; a possibilidade de monitoramento de mudanças ambientais locais.

3.1. Localização e caracterização da área de estudo

A área escolhida para a realização da pesquisa foi o município de Fênix (23º54'S e 51º58'W) (Figura 17) localizada no interior do estado do Paraná, na Mesorregião Centro-ocidental Paranaense (IPARDES, 2013). Situa-se entre os municípios de São Pedro do Ivaí, São João do Ivaí, Barbosa Ferraz, Peabiru, Quinta do Sol e Itambé, o município possui área de 234,098 Km².

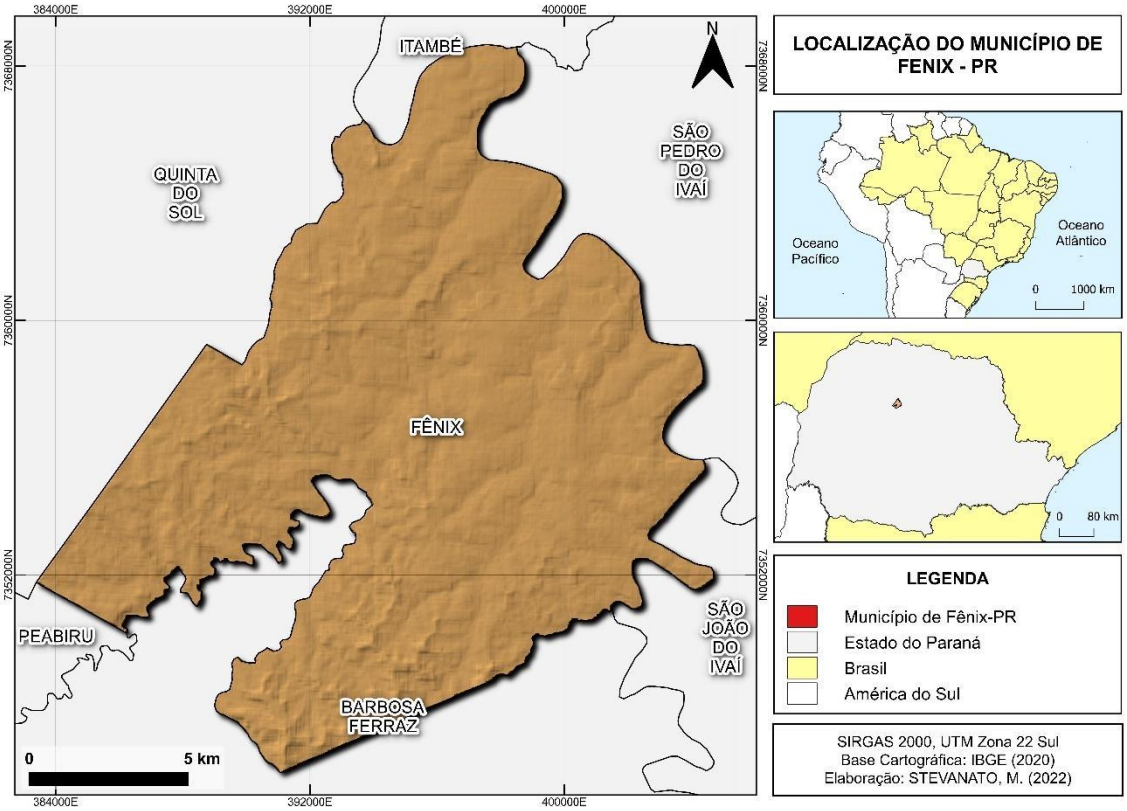

Figura 17. Localização do município de Fênix -PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é subtropical úmido (Cfa), com temperatura média dos meses mais quentes superior a 22ºC e dos meses mais frios, inferior a 18ºC. Os verões são quentes e as geadas pouco frequentes, com tendência de concentração de chuvas entre os meses de dezembro e fevereiro, sem estação seca definida.

Localizado no Terceiro Planalto Paranaense, na formação Serra Geral (Bacia do Paraná), o município de Fênix encontra-se em uma transição de relevo, contemplando áreas das subunidades morfoesculturais Planalto do Alto/Médio Piquiri e Planalto de Campo Mourão (Figura 18). Essa transição é abrupta na paisagem e perceptível quando analisados os mapas de solo e relevo do município.

O Planalto de Campo Mourão, apresenta dissecação baixa, a classe de declividade predominante é menor que 6%. Em relação ao relevo, o município de Fênix apresenta um gradiente de 260 metros com altitudes variando entre 260 (mínima) e 520 (máxima) m. s. n. m. (metros sobre o nível do mar). As formas predominantes são topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base e vales em calha, modeladas em rochas da Formação Serra Geral.

O Planalto do Alto/Médio Piquiri apresenta dissecação alta e a classe de declividade predominante está entre 12-30% no município. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 380 metros com altitudes variando entre 360 (mínima) e 740 (máxima) m. s. n. m. As formas

predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Serra Geral.

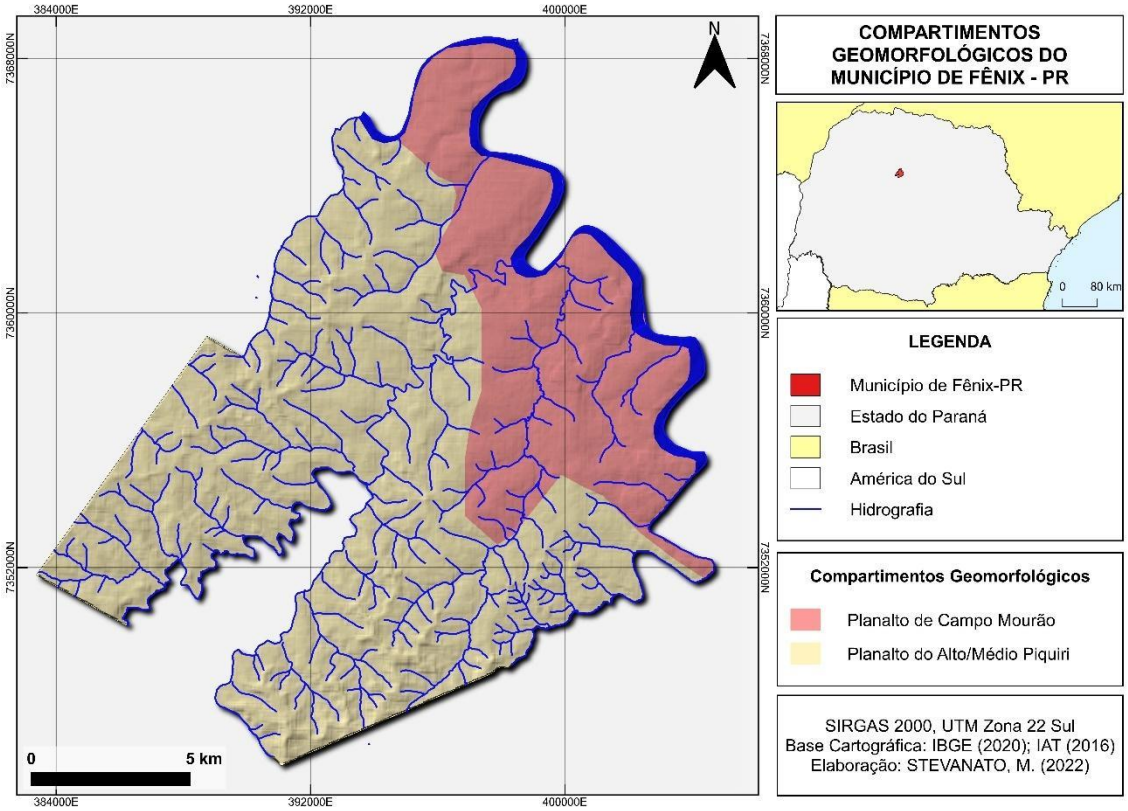

Figura 18. Geomorfologia do município de Fênix – PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022.

Sobre a formação pedológica local, segundo mapa de distribuição de solos do Paraná elaborado pelo ITCG (2008), no município de Fênix há o predomínio de Nitossolos vermelhos, seguido de Latossolos vermelhos e de Neossolos regolíticos (Figura 19). Com relação a sua distribuição na paisagem do município, segue o modelo do relevo e associa-se às distintas classes de declividade.

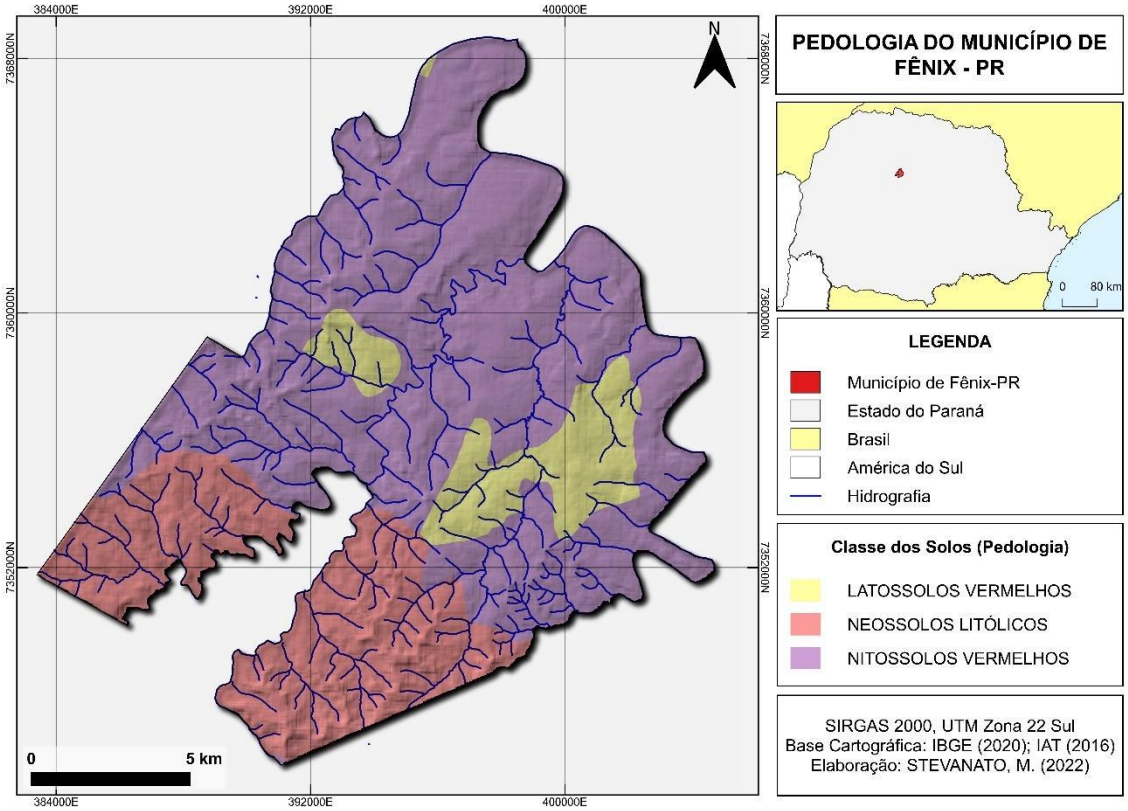

Figura 19. Mapa de solos do município de Fênix – PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022.

No município de Fênix, as regiões de baixa declividade (Figura 20), com relevo de plano a ondulado, apresentam declividades iguais ou menores a 12%, apresentando baixa dissecação e altitudes médias entre 270 e 420 metros. Nessa área localizam-se os Latossolos e Nitossolos, solos de evolução avançada e com desenvolvimento de horizonte B. Essas regiões estão localizadas no Planalto de Campo Mourão.

A porção sul e sudeste do município, está localizada no Planalto do Alto/Médio Piquiri, apresentando uma transição de relevo e solos. Nessa região, as taxas de declividade aumentam, apresentando um relevo fortemente ondulado com valores entre 12% e 50%, as altitudes variam entre 320 e 570 metros. Os solos dessa área são classificados como Neossolos, solos pouco evoluídos e sem horizonte B diagnóstico definido. Segundo o trabalho de Stevanato e Colavite (2017), essa área apresenta fragilidade ambiental entre média e altíssima, sendo classificada como suscetível a escorregamentos e erosões, especialmente nas vertentes e encostas íngremes.

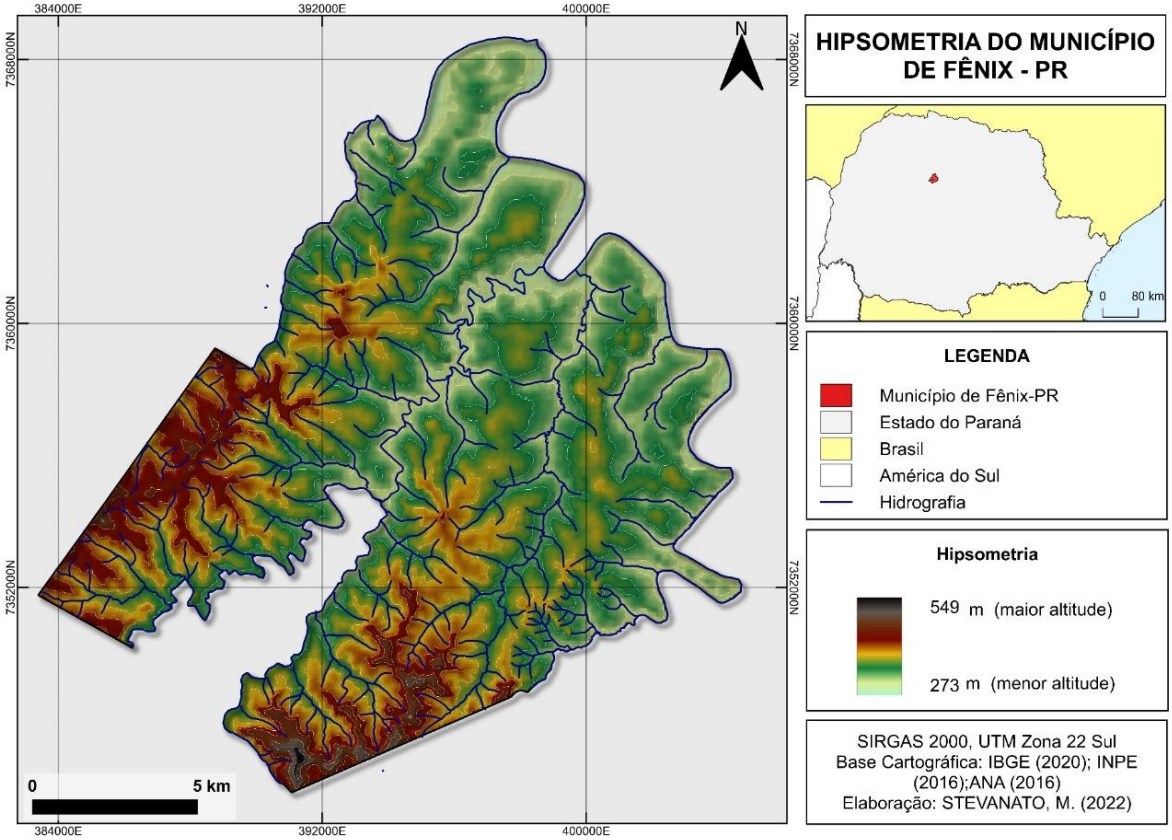

Figura 20. Mapas de hipsometria de Fênix - PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022.

Em relação à hidrologia da área, o município situa-se na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, no médio curso em sua margem esquerda. O Rio Ivaí é considerado o maior rio inserido na íntegra no território paranaense, sua bacia ocupa área de uma área de 35.845 km² e seu canal principal nasce no município de Prudentópolis, na confluência do rio dos Patos e rio São João, e se estende por 685 km até sua confluência com o Rio Paraná (BIAZIN, 2005). Além do rio Ivaí, se destacam na rede hídrica de Fênix o Rio Corumbataí, Rio do Bagre, Rio Dez, Rio Arurão, Rio Fortuna, Rio Roncador, Ribeirão Ariranha, Córrego Cinco, Ribeirão Porto Velho e Córrego Urutu.

A vegetação do município é composta por fragmentos florestais representantes da Mata Atlântica, classificados como Floresta Estacional Semidecidual. Segundo Roderjan et al. (2002), as formações vegetais dessa unidade compreendem as formações florestais das regiões norte e oeste do Estado, entre 800 m e 200 m de altitude, com florística diferenciada e mais empobrecida em relação às formações ombrófilas. A principal característica fisionômica desta formação é a semidecidualidade, na estação desfavorável. Essa formação florestal sofre com influências climáticas, em períodos de seca e temperaturas mais elevadas as árvores conseguem regular seu balanço hídrico, perdendo sua folhagem (RAMOS et al, 2008).

No estado do Paraná, essa formação subdivide-se em Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (planícies dos rios), Submontana (abaixo de 600 m de altitude) e Montana (geralmente no ecótono entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual) (HATSCHBACH; ZILLER, 1995; RODERJAN ET AL., 2002). No município de Fênix a formação da floresta é Estacional Semidecidual Submontana e Estacional Semidecidual Aluvial (Figura 21).

Figura 21. Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Floresta Estacional Semidecidual.
Fonte: Roderjan et al (2002)

Na formação Submontana as espécies mais características são *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. (Apocynaceae), *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Bignoniaceae), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Holocalyx balansae* Micheli, *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae-Caesalpinioidea), *Baulforodendron riedelianum* (Engler) Engler (Rutaceae), *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae) e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb ex Steud (Boraginaceae). Nesses fragmentos, a presença de lianas é expressiva, sendo Bignoniaceae, Sapindaceae, Cucurbitaceae e Asteraceae as famílias mais comuns (HATSCHBACH; ZILLER, 1995; RODERJAN et al., 2002)

Já na formação Aluvial, distribuídas ao longo dos cursos d'água, as espécies mais características são: *Cecropia pachystachya* Trécul. (Urticaceae), *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Calophyllaceae), *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm.&Downs, *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) e *Genipa americana* L. (Rubiaceae) (HASTSCHBACH; ZILLER, 2002; RODERJAN et al., 2002).

Na Figura 22 é possível observar a distribuição dessas formações no município.

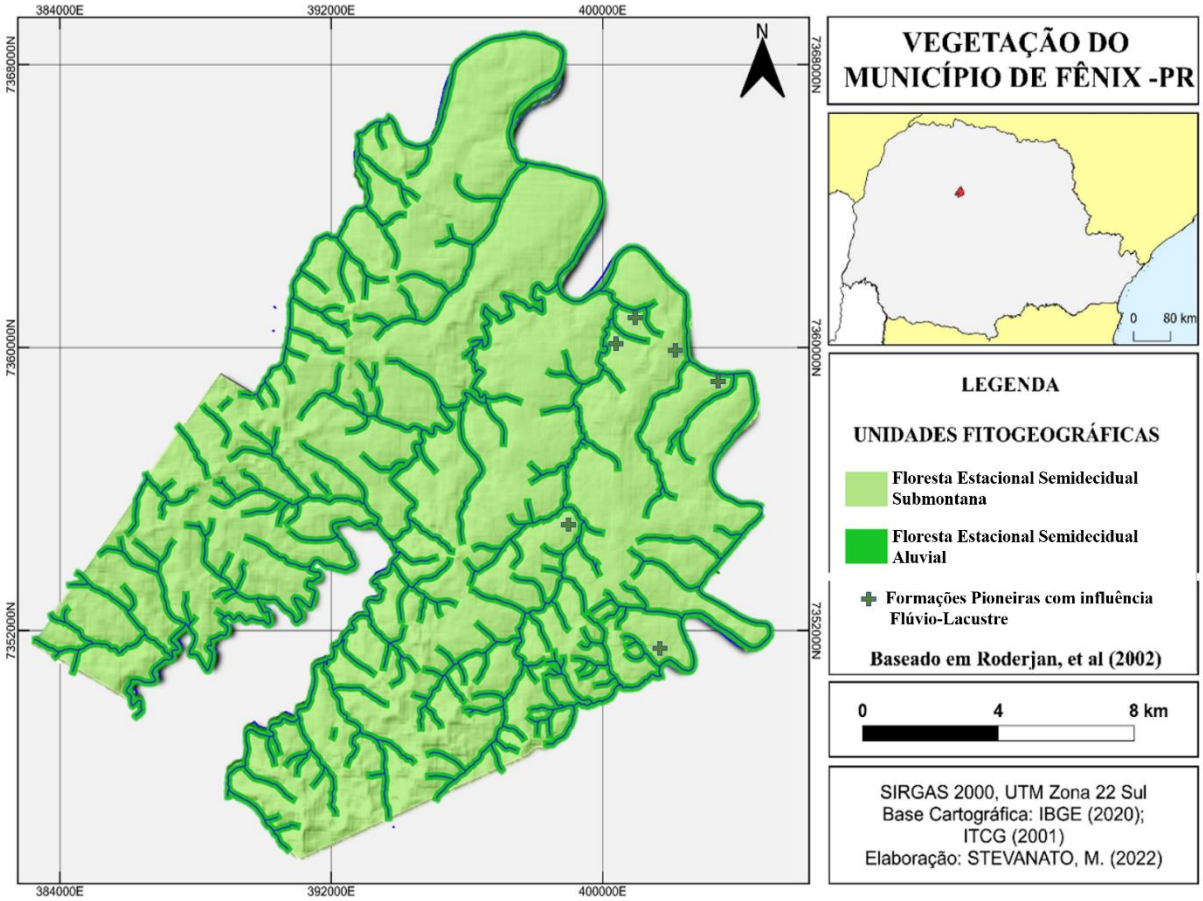

Figura 22. Vegetação original do município de Fênix-PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022.

Atualmente essa vegetação encontra-se altamente fragmentada e suas áreas protegidas encontram-se no município divididas em 1 (um) Parque Estadual, 1 (uma) Estação Ecológica Municipal, 5 (cinco) Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e corredores aluviais. A figura 22 demonstra a distribuição desses fragmentos.

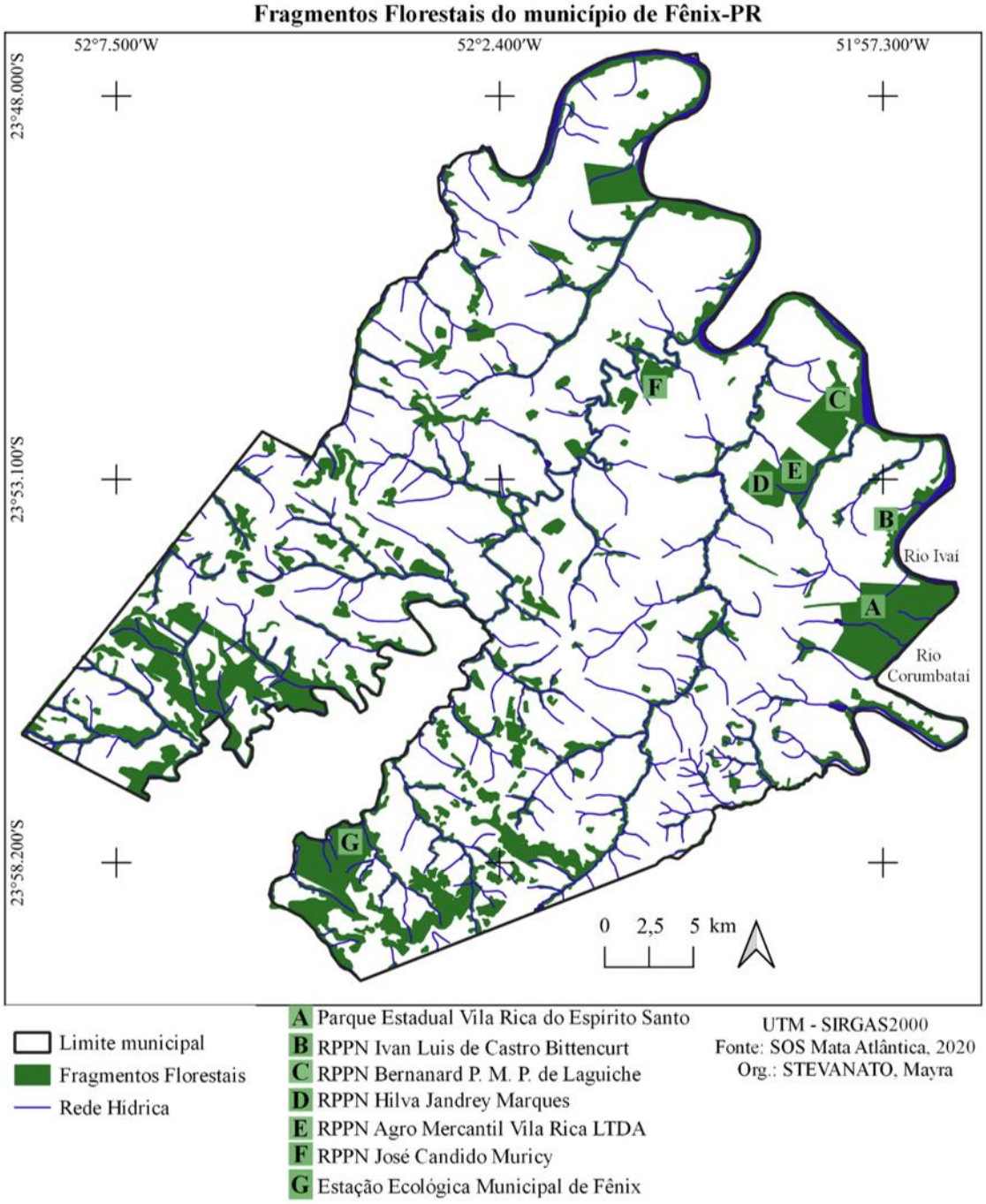

Figura 23. Fragmentos florestais de Fênix. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

3.2. Levantamento bibliográfico e documental

Associado ao conjunto de elementos naturais que formam a paisagem do município de Fênix, sua história de ocupação e as dinâmicas populacionais registradas são ímpares e de significativa importância para esta pesquisa.

Os dois primeiros capítulos desta tese apresentam o levantamento bibliográfico e documental da pesquisa, com um foco central na análise e discussão dos temas: Legislação Ambiental Florestal e da Ecologia de Paisagem. A escolha de abordar esses temas se deve a sua

relevância fundamental no contexto da nossa pesquisa. A legislação ambiental fornece o arcabouço legal e regulatório para as práticas de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, enquanto a Ecologia de Paisagem desempenha um papel crítico na compreensão das interações entre os elementos da paisagem e na avaliação dos Fragmentos Florestais. Portanto, a exploração desses dois tópicos é essencial para estabelecer o contexto teórico e normativo necessário para a investigação que se segue. Esses capítulos visam fornecer uma base sólida para a análise e discussão dos resultados da pesquisa, contextualizando-a no âmbito legal e ecológico.

Através da análise crítica da literatura existente, foram selecionados livros, artigos, teses e dissertações publicados em periódicos científicos nacionais e internacionais. As principais ferramentas utilizadas neste processo foram o buscador de periódicos da CAPES (www.periodicos.capes.gov.br) e Google Scholar® (www.scholar.google.com.br), por se tratarem de plataformas de peso e confiabilidade acadêmica.

Além do levantamento bibliográfico, o levantamento documental é outra abordagem importante na escrita da tese, especialmente em pesquisas que envolvem fontes primárias e documentos originais. O levantamento documental consiste na busca, coleta e análise de documentos, registros e materiais que sejam relevantes para a investigação em questão. Dentre os documentos utilizados nessa pesquisa estão arquivos oficiais, relatórios institucionais, legislações e fotografias.

Foi realizado um minucioso levantamento das legislações relacionadas a florestas, priorizando, especialmente, as normativas do estado do Paraná. A busca abrangeu tanto a legislação estadual específica como também as leis federais que impactam diretamente na conservação e uso sustentável das florestas nessa região.

Essa abordagem permitiu uma compreensão aprofundada do marco regulatório e das políticas ambientais pertinentes ao contexto florestal da Mata Atlântica no estado do Paraná, fornecendo uma base sólida para a análise e discussão dos aspectos legais que envolvem as questões florestais. Com esse levantamento legislativo, garantiu-se uma abordagem consistente e atualizada, destacando a relevância das normativas locais para a gestão e proteção adequada dos recursos florestais.

O levantamento bibliográfico e documental permitiu uma compreensão mais profunda e contextualizada do tema, além de enriquecer e corroborar os resultados obtidos na pesquisa, conferindo-lhes maior validade e sustentação.

3.3. Mapeamento das transformações do uso e cobertura do solo

A cartografia e os dados de sensoriamento remoto desempenham um papel crucial no mapeamento preciso e compreensão do uso da terra, constituindo ferramentas essenciais para a gestão eficiente e compreensão do processo de mudança da paisagem. A cartografia fornece representações visuais e simbólicas da superfície terrestre, enquanto os dados de sensoriamento remoto capturam informações valiosas sobre a cobertura do solo e as características ambientais por meio de tecnologias como satélites e drones.

Essas fontes de dados são fundamentais para identificar padrões de uso da terra, monitorar mudanças ao longo do tempo e apoiar decisões estratégicas em áreas como agricultura, planejamento urbano, conservação ambiental e resposta a desastres naturais.

Com o intuito de compreender as transformações no que diz respeito à cobertura e uso do solo em Fênix-PR, considerou-se um conjunto de variáveis fundamentais, que fossem representativas das mudanças e suas consequências, em uma perspectiva abrangente. Para isso destacamos as seguintes variáveis:

a) A distribuição e análise das transições entre as classes de uso e cobertura no período de 1985 a 2020.
b) A identificação de mudanças, aumentos e perdas de cada classe.

Para analisar esses pontos foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, divididas em 3 etapas: aquisição, processamento e produção de mapas.

A primeira etapa, a de aquisição, tem por base os dados referentes à cobertura do solo, obtidos por meio da plataforma do projeto MapBiomas versão 7.0, a qual disponibiliza mapas anuais de cobertura e uso da terra para o período de 1985 a 2022.

É válido ressaltar que não houve o processamento direto de imagens de sensoriamento remoto. Diferentemente de abordagens mais tradicionais que permitem a manipulação de variáveis-chave, como escolha de bandas, métodos de classificação e a época do ano da cena da imagem original, os mapas do MapBiomas são fornecidos em sua forma final, sem margem para ajustes personalizados. Portanto, a análise deve ser considerada dentro do contexto das informações e limitações inerentes a esses dados.

O programa MapBiomas utiliza como base para suas imagens a série de satélites Landsat. A figura 24 apresenta a forma como os dados são processados pelo projeto e disponibilizados para uso público.

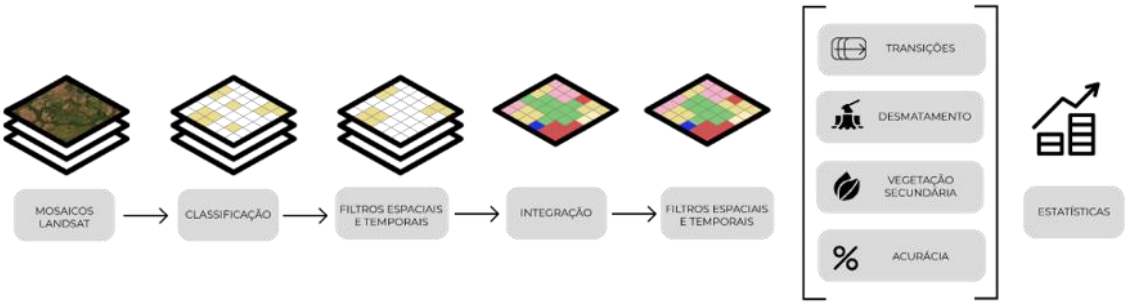

Figura 24. Processamento das imagens MapBiomas. Fonte: MAPBIOMAS (2023)

O esquema de classificação do MapBiomas é organizado em uma estrutura hierárquica, que combina classes de uso e cobertura do solo de forma compatível com os sistemas adotados pela Organização para Alimentação e Agricultura (FAO) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Quadro 5 apresenta a identidade de cada classe presente nos mapas dessa tese, permitindo a visualização de suas cores e número de identificação.

Quadro 5. Classes temáticas utilizadas pelo projeto MapBiomas.

ID	Classe	Cor
3	Formação Florestal	
15	Pastagem	
39	Soja	
20	Cana	
41	Outras lavouras Temporárias	
46	Café	
9	Silvicultura	
21	Mosaico de Agricultura e Pastagem	
33	Rio, Lago e Oceano	

Fonte: MapBiomas (2023)

Para baixar essas imagens foi utilizado o *plugin MapBiomas Collection* instalado no programa QGIS 3.22.14. Após habilitar, o *plugin* apresenta o mapa do Brasil completo de Uso e Cobertura do Solo em formato *raster* e na caixa de camadas é apresentada uma linha do tempo de 1985 a 2020 e as classes de uso (Quadro 5).

Para a presente pesquisa, foram selecionadas imagens do município de Fênix-PR em momentos distintos, com intervalo de 5 anos entre cada uma, a fim de avaliar a evolução do uso

e cobertura do solo nos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. Para isso, foram salvas as camadas *raster* em formato GeoTIFF, recortadas a partir da camada de *ShapeFile* do município de Fênix-PR, obtida no banco de dados do IBGE.

Para o recorte do município foi necessário salvar as camadas em formato *Raster*, atentando-se para que o arquivo salvo não se mantivesse atrelado ao *plugin*. Delimitou-se o SRC da camada, alterado para SIRGAS 2000/ UTM 22S, respeitando o fuso da área pesquisada. Em relação à extensão, foi selecionado "*Calcular a partir da Camada*" e selecionada a camada de vetor do contorno do município. Na aba resolução das camadas configurou-se 30 para a caixa horizontal e 30 para a vertical, pois as imagens utilizadas pelo projeto possuem resolução de 30x30 metros.

Este processo gerou 8 mapas de uso e cobertura da terra do município de Fênix-PR em formato *Raster*. Entretanto, algumas análises exigiram arquivos em formato vetorial, então os arquivos foram duplicados e convertidos para vetor (*ShapeFile).*

Desse modo, foram criados 8 mapas em formato Vetorial e 8 mapas em formato Raster, para servirem de base para as análises do Uso e Cobertura do solo do município de Fênix-Paraná.

3.4. Métricas de paisagem

Para os cálculos das métricas da paisagem foram analisados os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020, utilizando como base os mapas gerados na etapa descrita anteriormente. No Quadro 6 estão discriminadas cada uma das métricas aplicadas nessa pesquisa, assim como suas fórmulas e funções. Para a aplicação utilizou-se o *plugin Landscape Ecology* (LecoS) e a Calculadora do QGIS.

Quadro 6. Métricas aplicadas na pesquisa.

Métrica de Paisagem	Sigla	Grupo	Fórmula	Descrição
Cobertura da Terra	LAND	Área (m²)	$\mathrm{LAND} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}$	Realiza a contagem da cobertura total da Paisagem.
Proporção de Cobertura na Paisagem	PLAND	Área (%)	$\mathrm{PLAND} = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}\left(100\right)$	Porcentagem da cobertura total da Paisagem expressa o percentual da paisagem que é composta pelos fragmentos de uma mesma classe.
Área da Classe	CA	Área (Ha)	$\mathrm{CA} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\left(\frac{1}{10000}\right)$	Corresponde à área total de uma classe **i** dentro da paisagem, calculada pela soma das áreas, em m², de todos os fragmentos

				correspondentes à mesma classe.
Índice de Maior Fragmento	LPI	Área (m²)	$LPI = \frac{\max_{j=1}^{n}(a_{ij})}{A}(100)$	Corresponde à área ocupada pelo maior fragmento.
Comprimento Total de Bordas	TE	Borda (m)	$TE = \sum p_{ij}$	Soma do comprimento de todas as bordas dos fragmentos em uma paisagem.
Número de fragmentos por Classe	NUMP	Densidade	$NUMP = \sum n_i$	Contagem do total de fragmentos pertencentes a cada classe de cobertura ou uso do solo.
Média da área dos fragmentos	MPS	Densidade (m²)	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n_i}$	Valor médio das áreas de todos os fragmentos presentes na paisagem.
Índice de Circularidade	IC	Forma	$IC = 4\pi A/P^2$	Indicador que avalia a forma circular ou alongada dos fragmentos, variando entre 0 (mais alongados) e 1 (perfeitamente circulares).
Distância do Vizinho mais Próximo	ENN	Isolamento (m)	$ENN = \sum_{j=1}^{n}\left(h_{ij}\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}\right)$	Medida que representa a menor distância entre um fragmento e o fragmento mais próximo em uma paisagem fragmentada.

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Para calcular as métricas LAND, PLAND, CA, LPI, TE, NUMP, MPS e ENN foram utilizados os arquivos em formato *Raster*. Foi selecionado no menu *Raster* o *plugin Landscape Ecology* (LecoS) e em seguida *Ladscape Statistics*. Em *Landcover grid* é selecionada a imagem a ser analisada (ex: 1985), em *Select Multiple Metrics* > *Metric list* foram selecionadas as métricas de interesse. Com esse *plugin* foi possível o cálculo automático de todas essas métricas de uma única vez. Com o comando *Save result as csv* os dados foram salvos e exportados para o *software Excel*, para melhor organização e análise dos resultados. O processo se repetiu para todos os anos analisados.

As métricas de área, perímetro, índice de circularidade e área Core foram calculadas utilizando o arquivo vetorial (*shape file*) de cada mapa, através de processo manual, com o uso da calculadora vetorial do Qgis. Para isso seguiu-se o comando *Abrir tabela de atributos* >

Abrir calculadora de campo e escrever a fórmula correspondente a cada métrica, como descritas no Quadro 6 no campo de expressão.

A seleção das métricas e a largura da borda (50 metros) basearam-se nos estudos de Albanez (2000), Pereira et al. (2001), Metzger (2001), Costa (2003), Borges et al. (2004) e Fushita (2006). Essa metragem é adotada porque a literatura aponta que até 50 metros da borda o efeito de borda deve ser mais intenso.

Para a análise das culturas e modificações antrópicas da paisagem, optou-se por utilizar exclusivamente as métricas de área, as quais se mostraram suficientes para a análise em conjunto com o levantamento documental e as entrevistas realizadas. Já para a análise da cobertura florestal, foram empregadas métricas de cálculo de área, formato e isolamento, que, em conjunto, permitiram verificar e analisar a evolução da cobertura florestal do município. Essa abordagem possibilitou uma avaliação abrangente das mudanças na paisagem e da influência das atividades humanas na dinâmica do uso do solo e na conservação florestal.

3.5. Classificação da Sucessão Vegetacional e Efeito de Borda em campo

Para a realização do trabalho de campo e análise mais detalhada e qualitativa da situação da vegetação, foram selecionados 6 fragmentos distribuídos pelo município. Optou-se por escolher fragmentos de tamanhos diferentes, para parâmetro comparativo. Desse modo, foram selecionados dois fragmentos considerados grandes, dois médios e dois pequenos.

Não há na literatura um consenso em relação a essa divisão de tamanho, deste modo, considerando que em Fênix-PR o módulo fiscal é equivalente a 20 hectares, considerou-se os seguintes critérios para a divisão (Quadro 7):

Quadro 7. Critérios para divisão dos fragmentos por tamanho.

PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
Fragmentos que possuem dimensões e tamanhos que são relativamente menores em comparação com o conjunto total.	Fragmentos de extensão moderada e que contenham informações mais abrangentes.	Fragmentos que geralmente cobrem uma área significativa em relação ao conjunto total.
Podem conter detalhes finos ou informações específicas de menor escala.	Podem representar unidades geográficas intermediárias ou áreas de interesse mais amplas.	Podem representar regiões geográficas extensas ou conjuntos abrangentes de dados
Possuem área com até 10 hectares.	Possuem entre 10 e 50 hectares	Possuem mais de 50 hectares de área.

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Para a coleta de dados, seguiu-se a metodologia proposta por Rodrigues (1998) para estabelecimento dos transectos. Foi realizado um transecto por fragmento variando entre 50 e 150 metros, divididos em parcelas contínuas de 4x10 metros cada, abrangendo um gradiente que vai desde a borda até o interior dos fragmentos (Figura 25). O Quadro 8 apresenta os fragmentos que foram verificados, assim como suas extensões e informações.

Quadro 8. Fragmentos selecionados para avaliação em campo.

Frag	Nome do Fragmento	Área (ha)	Perímetro (m)	Tipo	Tamanho do fragmento	Transecto (m)
A	RL - Sítio Stevanato	1,55	492,13	RL	PEQUENO	50
B	PEVRES	360,87	8.314,78	Parque	GRANDE	150
C	RPPN Bernard Philuppe Marie Philibert de Laguiche (Conde Laguiche - Cidade Real)	125,81	5.026,52	RPPN	GRANDE	150
D	RPPN Ivan Luís de Castro Bittencourt	24,20	1.596,64	RPPN	MÉDIO	50
E	RL - Bonina	3,02	811,09	RL	PEQUENO	50
F	RPPN José Cândido da Silva Muricy Neto	32,76	2.681,45	RPPN	MÉDIO	50

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

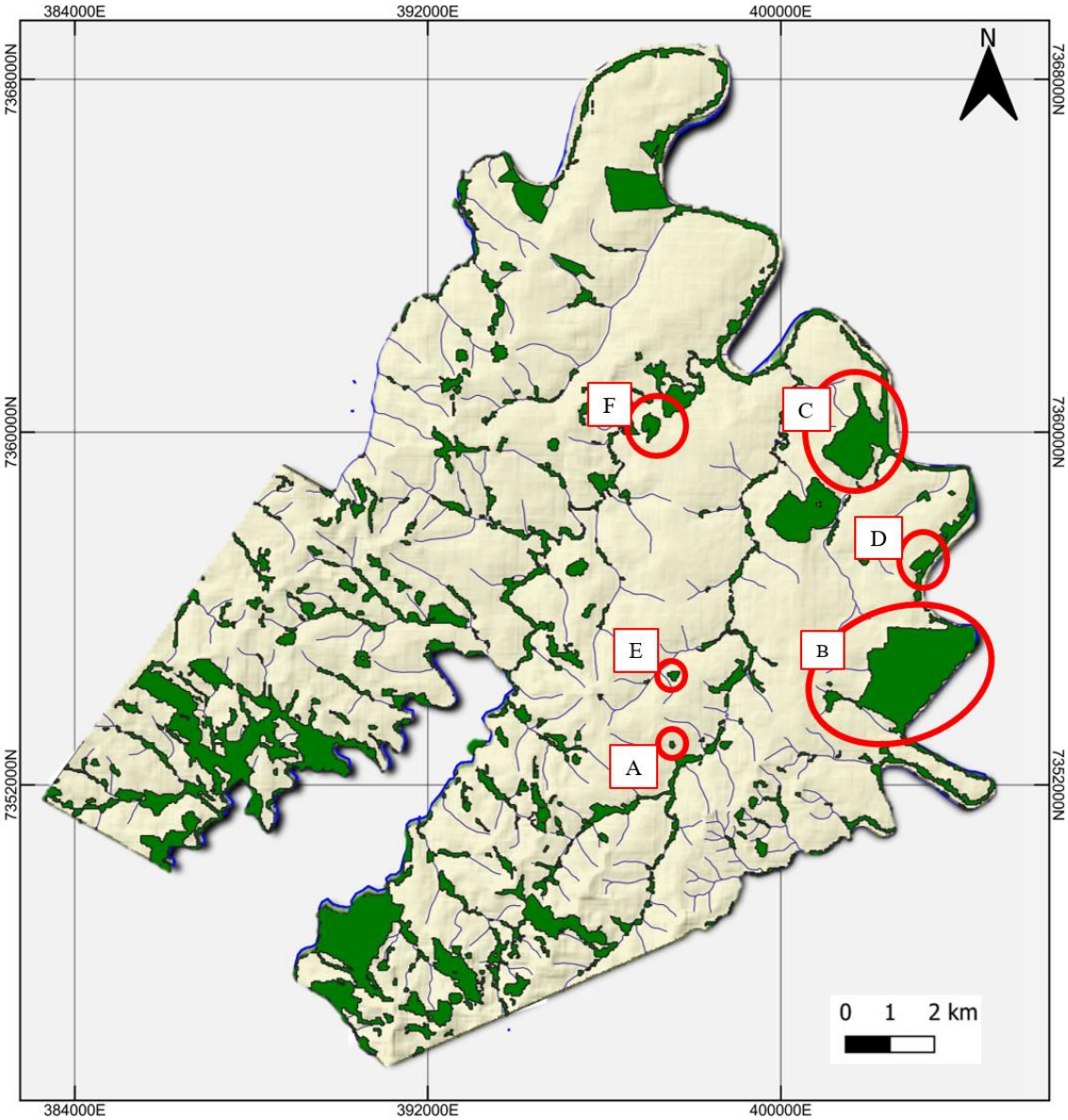

Figura 25. Localização dos fragmentos selecionados para avaliação em campo. A- RL - Sítio Stevanato; B- Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo; C- RPPN Bernard Philuppe Marie Philibert de Laguiche (Conde Laguiche - Cidade Real); D - RPPN Ivan Luís de Castro Bittencourt; E - RL – Bonina; F- RPPN José Cândido da Silva Muricy Neto. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Para analisar as características da vegetação e os indicadores de efeito de borda nos fragmentos de Fênix-PR, foi conduzido um transecto linear com dimensões de 50x4 metros, no sentido da borda para o interior, totalizando uma área de amostragem de 200 metros quadrados, dividida em parcelas a cada 10 metros (Figura 26). Nos fragmentos maiores que 200 hectares, o transecto se estendeu a 150 metros, abrangendo uma área de 600 metros.

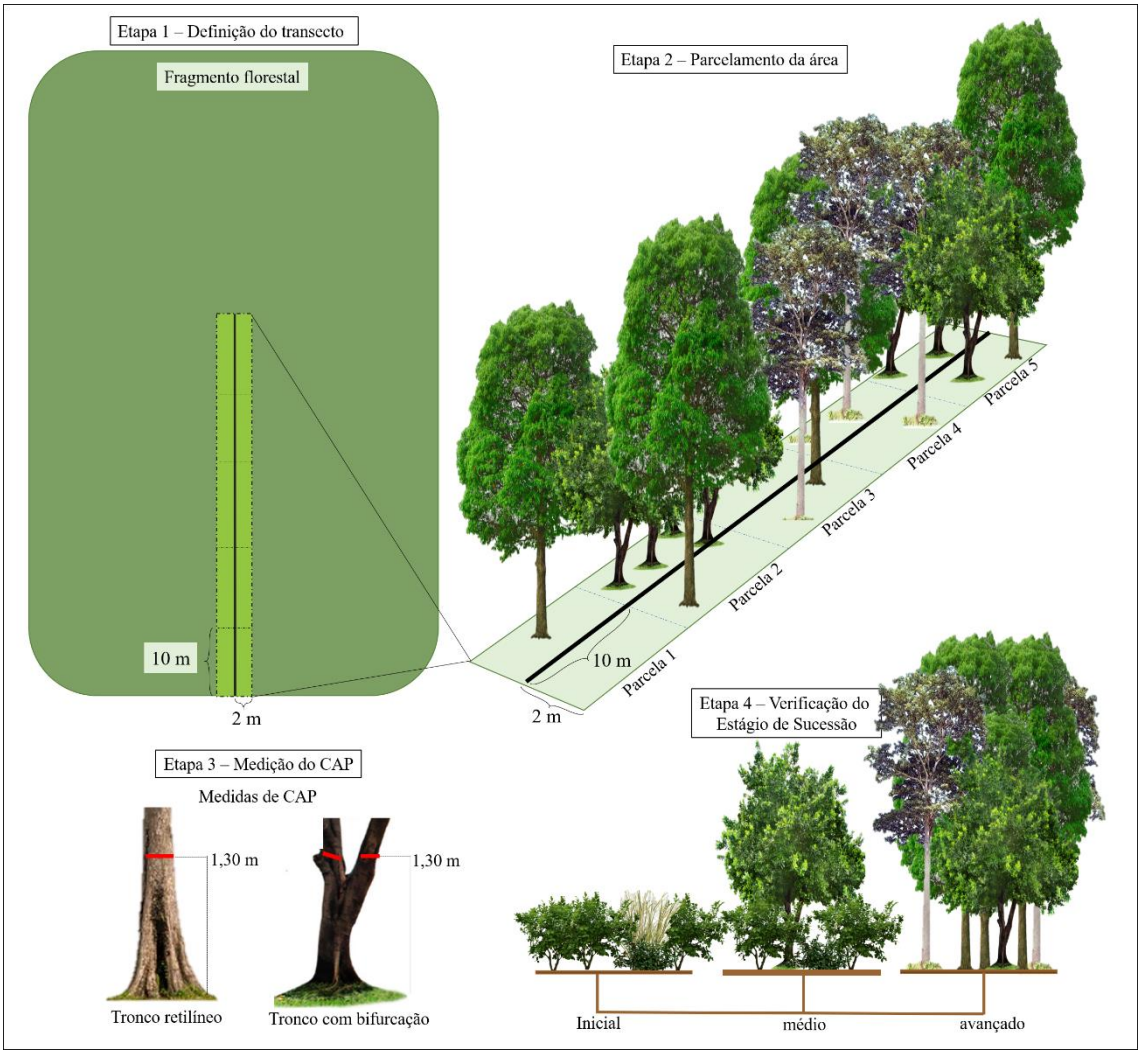

Figura 26. Método de coleta de dados em campo. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Com base na Resolução CONAMA 002 de 18 de março de 1994, que propõe os Conceitos de Estágios Sucessionais de uma Formação Florestal, foi criada uma tabela de campo (Quadro 9) destinada à verificação *in loco* da estrutura dos fragmentos e fatores bióticos e abióticos que influenciam o Efeito de Borda. Essa tabela proporcionou uma abordagem sistemática e estruturada para a coleta de dados relevantes no campo, permitindo a análise detalhada dos fatores que desempenham um papel significativo no contexto do Efeito de Borda.

Quadro 9. Parâmetros analisados em campo para avaliação do fragmento.

Parâmetro	Estágio Inicial	Estágio Médio	Estágio avançado
Altura Média do dossel	<10m	~17m	>30m
Epífitas	Raras	Poucas	Abundantes
Serrapilheira	Às vezes presente, continua formando uma camada fina pouco decomposta	Pode apresentar variações de espessura de acordo com a estação do ano e de um lugar para outro	Está presente, variando em função do tempo e da localização, apresentando intensa decomposição
Lianas	Herbáceas abundantes, Lenhosas ausentes	Herbáceas poucas, lenhosas raras	Herbáceas raras, Lenhosas presentes
Fisionomia	Herbácea/arbustiva	Arbustiva e/ou arbustiva lenhosa	Arbórea dominante/ Dossel fechado
Estratos	Um estrato variando de fechado a aberto	1 a 2 estratos	> 2 estratos

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Foram realizadas observações com o intuito de verificar a presença ou ausência de indicadores bióticos e abióticos relacionados aos efeitos de borda no fragmento. De acordo com Figueiró (2015), esses indicadores são mais evidentes nos primeiros 50 metros a partir da linha de borda. Os indicadores bióticos utilizados incluíram a identificação de diâmetro a altura do peito (DAP), número de estratos, altura dos estratos, serrapilheira, lianas, plantas pioneiras, plantas invasoras, formigueiros e árvores mortas. Em relação aos indicadores abióticos, foram consideradas a temperatura do ar, a umidade relativa e a radiação solar penetrante. A confirmação confiável desses indicadores, tanto bióticos quanto abióticos, fornece informações relevantes para identificar a extensão dos efeitos de borda, como enfatizado por Blumenfeld et al. (2016). Esses dados permitem compreender o impacto da borda na área de estudo, contribuindo para a avaliação dos efeitos sobre a vegetação e o ambiente em geral.

Ao longo do transecto, foram amostrados todos os indivíduos com Circunferência à Altura do Peito (CAP) superior a 10 cm. Indivíduos com troncos múltiplos ou cespitosos foram amostrados somente quando pelo menos uma das ramificações possuía CAP ≥ 5,0 cm, e, nesse caso, todas foram medidas, e a área basal total do indivíduo foi calculada pelo somatório das áreas basais de cada ramo (Figura 26 – Etapa 3).

Os dados registrados também abrangeram informações como identificação de espécies, altura (mensuração realizada por meio de comparação) e posição de cada indivíduo no fragmento.

Para identificação da flora que compõe os fragmentos, foram utilizados dados de coletas realizadas no município de Fênix e depositadas no Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus de Campo Mourão (HCF) e da base de dados da rede *SpeciesLink*, que reúne as informações e fotografias dos materiais depositados em diversos herbários do Brasil. O material botânico foi coletado e identificado no período entre março de 2022 e dezembro de 2022. Todos os dados referentes à vegetação obtidos ao longo do transecto foram organizados em escala, a fim de verificar possíveis modificações na estrutura dos indivíduos em relação à sua localização na extensão do transecto.

Os dados de temperatura e umidade foram coletados utilizando uma Estação Meteorológica Portátil Kestrel 5000, posicionada a 1,5 metros do solo ao longo de toda a extensão do transecto, nas parcelas a cada 10 metros.

4. ANÁLISE MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE FÊNIX, PARANÁ - BRASIL, PELO USO E COBERTURA DA TERRA

A história de Fênix tem início muito antes de sua atual colonização, estando ligada à história indígena brasileira e da colonização europeia no Brasil. Após o Tratado de Tordesilhas, firmado entre Portugal e Espanha em 1494, o atual território paranaense, a oeste de Paranaguá, foi considerado de posse da Espanha. Essa área foi denominada Província del Guairá e era povoada principalmente por grupos indígenas Guarani (CARDOZO, 1970).

A colonização da Província del Guairá pelos espanhóis teve início em 1554, e em 1570 o capitão Melgarejo fundou a terceira colônia espanhola, entre os rios Ivaí e Piquiri, chamada de Villa Rica del Espiritu Santo. Em 1598, o capitão Guzman ordenou a transferência de Villa Rica para a confluência do rio Ivaí e rio Corumbataí (área atualmente do Parque Estadual de Vila Rica do Espírito Santo, no município de Fênix-PR). Estima-se que a área urbana da comunidade tinha cerca de 300.000 m² e no seu entorno muitas chácaras para plantação de subsistência e da principal atividade econômica da região, a extração da erva mate, que utilizava a mão-de-obra indígena através do sistema de *encomiendas* (PARELLADA, 1995).

Figura 27. Maquete de Villa Rica del Espiritu Santo exposta no museu localizado no PEVRES. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Decorrente da estreita relação, neste período, do estado espanhol com a Igreja Católica, em 1607, o governador do Paraguai, Hernandarias de Saavedra, em carta a Felipe III, insistia na importância da catequização de tribos indígenas do Guairá. Por serem muito numerosas em relação à quantidade de espanhóis, relata-se que em Villa Rica haviam 100 colonos espanhóis e, ao seu redor, cerca de 150.000 índios. Desse modo, através da catequização seria mais fácil a conquista da região (TAUNAY, 1925 *apud* PARELLADA, 1995). De 1610 até sua

destruição, em 1632, Villa Rica teve em suas proximidades várias reduções jesuíticas que tentavam catequizar os índios.

Em 1632, bandeirantes paulistas invadem Villa Rica em busca da captura de índios para trabalhar como mão-de-obra escrava. Após alguns meses da chegada dos bandeirantes, chegou em Villa Rica o Bispo de Assunção Aresti que, ao se deparar com o estado deprimente dos habitantes e a impossibilidade de resistência por mais tempo, decidiu a transferência da cidade para além do rio Paraná (PARELLADA, 1995), o que constituiu uma fuga de alto quantitativo populacional para o sul do Brasil, Argentina e Paraguai.

Desde então, houve expedições para essa área, mas sem tentativas de colonização até a fundação de Fênix. Embora haja registros de que a área fosse habitada por indígenas, não se tem conhecimento do tamanho dessa população e nem por quanto tempo residiram/resistiram no local, mas sabe-se que mesmo com a presença de índios e suas atividades de produção para sobrevivência, a floresta se manteve preservada. A partir da década de 1940, com os projetos de colonização da área, inicia-se também o processo de fragmentação da floresta em função de atividades antrópicas, como a construção de estradas, implantação de grandes plantações e construções de comércio e moradias.

4.1. O INÍCIO DO PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E AS ALTERAÇÕES NOS TIPOS DE USO E COBERTURA DA TERRA - Décadas de 1950 a 1970

Fênix está localizado na Mesorregião Centro-Ocidental do Estado do Paraná, que é formada por duas microrregiões, a Microrregião de Campo Mourão e a Microrregião de Goioerê. Na Microrregião de Campo Mourão, estão situados os municípios de Fênix, Araruna, Barbosa Ferraz, Campo Mourão, Corumbataí do Sul, Engenheiro Beltrão, Farol, Iretama, Luiziana, Mamborê, Peabiru, Quinta do Sol, Roncador e Terra Boa (IPARDES, 2008). Dessas cidades, somente a cidade polo, Campo Mourão, apresenta população superior a 20.000 habitantes (IBGE, 2010), ou seja, a microrregião é constituída basicamente por pequenas cidades, em sua maioria, núcleos urbanos resultantes do processo de colonização empreendido durante os anos 1950 a 1960.

Como assinalado anteriormente, em Fênix, as consideráveis transformações da paisagem decorrentes dos usos e coberturas da terra são empreendidas especialmente após o processo de colonização oficial do município. Já nessa fase as florestas foram um dos principais alvos da exploração.

O projeto de colonização e formação de Fênix teve início em 1949, elaborado por Joaquim Vicente de Castro. Popularmente conhecido por Dr. Joaquim, o fundador do município foi um engenheiro que em 1932, após construir diversas estradas do estado, havia recebido como pagamento do Governo do Estado do Paraná uma vasta área de terras formada pela Gleba Corumbataí, Rio Dez, Arurão, Colônia Mourão I e Mourão II. A área foi dividida em lotes que foram vendidos parte a Geremias Lunardelli, à Família Junqueira Franco e a Imobiliária Paraná Ltda. (IMPAR), algumas partes ficaram para si e outras destinou à venda para pequenos agricultores. Em 1942 já existia na região de Fênix sítios e fazendas com produção cafeeira e lavouras de hortelã.

A Figura 28 apresenta um registro de 1948, com a presença de colonos e indígenas em casas feitas de madeira de palmito. Este é um dos primeiros registros do município e marcam o início do processo de derrubada da floresta e instalação das infraestruturas básicas para a vida dos colonos recém chegados.

Figura 28. Primeiras construções do município de Fênix em 1948. Na fotografia está presente Joaquim Vicente de Castro e Alduino Bocchi (pioneiros) acompanhados de indígenas. Fonte: Grupo Facebook “EU AMO FÊNIX”

Com esse movimento têm início os primeiros ciclos econômicos do município, sendo o primeiro a extração madeireira. Segundo Hespanhol (1993), o desmatamento dessa região foi praticado antes e simultâneo a prática da agricultura.

> [...] após e simultaneamente ao desmatamento da densa floresta, praticava-se a agricultura, sendo cultivadas lavouras de subsistência (arroz, feijão,

> mandioca, etc.) com excedentes comercializáveis, bem como lavouras voltadas estritamente para o mercado (algodão, café, menta, etc.), além da atividade criatória (suinocultura, bovinocultura) (HESPANHOL, 1993, p. 18).

Segundo Fajardo (2006), entre o final do século XIX e início do século XX, a exploração de madeira atraiu capitais estrangeiros e passou a compor a pauta de exportações no Paraná. Houve assim a instalação de várias madeireiras pelo estado nesse período, as quais pouco a pouco adentraram as regiões mais interioranas do estado.

Concomitante à exploração madeireira e com a abertura das novas terras, até o fim da década de 1970 as culturas mais expressivas nessa região eram o café e a hortelã. Segundo Voll e Schallenberger (2015), o cultivo da hortelã teve início no estado de São Paulo, se propagou para o Paraná no início da segunda metade do século XX, e foi "[...] uma das atividades que promoveram a 'limpeza' do solo paranaense, retirando a vegetação nativa e substituindo-a por este cultivo" (p.2). Havia a crença entre os colonos de que a hortelã não produzia por mais de 4 anos em uma mesma terra, então assim que esse cultivo "deixava de produzir", eram iniciadas outras formas de cultivo, como a soja, feijão, milho, algodão, arroz etc.

Segundo Watanabe et al. (2006), durante a Segunda Guerra Mundial o Brasil destacou-se mundialmente na produção do óleo essencial de menta, que era utilizado como combustível de aviões, sendo o Paraná responsável pela produção de 95% do total nacional. Em decorrência da necessidade de muita mão de obra, utilizada na retirada das florestas, na plantação e, posteriormente, nas destilarias, a cultura da hortelã contribuiu para a atração populacional de outros estados, principalmente Minas Gerais e São Paulo. Bueno (2010), em produção didático-pedagógica, pesquisou e descreveu o ciclo da hortelã em Barbosa Ferraz, município que tem limite com Fênix, e compartilha de histórias de colonização semelhantes. O autor descreve que, nessa região, a cultura teve início na década de 50, o trabalho era totalmente manual e a produção era voltada à exportação. Inclusive, em razão da dificuldade de deslocamento nessa época e do precário acesso a bancos, os pagamentos eram realizados por aviões, que em voo rasante sobre o campo de futebol da cidade, jogavam os malotes com o dinheiro, esperados por policiais e pelos gerentes das empresas compradoras (Braswey, Mitsui, Brasmint e Brasmentol).

Na Figura 29 é possível se observar um exemplo da hortelã já cultivada sendo transportada. O registro foi realizado no município de Fênix-PR na década de 1950.

Figura 29. Transporte da hortelã em 1950. Fonte: Grupo Facebook “EU AMO FÊNIX”

Segundo Colavite (2013), por muitas vezes esse plantio é esquecido e negligenciado na história agrícola paranaense. Em estudo do município de Corumbataí do Sul - PR, a autora aponta que sua fase de colonização, na década de 1960, coincide com o auge do cultivo em Barbosa Ferraz e na região, o que os leva a ter na hortelã um dos primeiros tipos de cultivo praticado na região.

A cultura que sucedeu à hortelã no município de Fênix-PR foi o café. Embora não tenha permanecido por muitos anos em atividade, protagonizou grandes mudanças na paisagem nesse período. Entretanto, o fim da década de 1970 foi marcado por uma grande mudança nos usos e coberturas da terra dessa região, devido aos eventos climáticos intensos (geadas nos anos de 1967, 1969, 1972 e 1975), que levaram a quase erradicação da cafeicultura na região e às demandas econômicas nacionais. A partir desse período, essa região presencia a modernização da agricultura e com isso a configuração das culturas foi totalmente alterada.

Segundo Moro (1991) houve em todo o estado do Paraná, e sobretudo na região Norte e Oeste, a substituição em massa da cafeicultura pela cultura associada de soja e trigo, impulsionada pela ocorrência das sucessivas geadas nos anos de 1967, 1969, 1972 e 1975. Esse processo de substituição de culturas apresenta-se como o fator principal, introdutor e condutor, da modernização da agricultura nas décadas de 70 e 80.

Contudo, para compreendermos essa mudança de configuração, é preciso observação do contexto histórico da época. Em relação à política nacional, nesse período estava em vigor o Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED), lançado pelo governo Costa e Silva em

1968, de caráter "multissetorial", que visava diversificar as fontes do crescimento econômico brasileiro.

> Dever-se-á ampliar substancialmente o 'bloco' de setores dinâmicos interligados, e que na fase anterior se limitara praticamente à Indústria (Bens de capital, Bens de consumo duráveis, Bens intermediários) e alguns segmentos de Infraestrutura e de Agricultura. A ampliação desse "bloco" de impactos simultâneos, para abranger (além da Indústria) o Setor Agrícola, áreas substanciais da Infraestrutura Econômica e da própria Infraestrutura Social (Habitação, Educação, Saneamento) irá permitir a expansão da demanda e oferta capaz de sustentar um ritmo intenso de crescimento, numa ampliação de mercado que permita superar a fase de crescimento moderado em que se encontrava a economia (PED: IV-16).

Em outubro de 1970, Médici foi eleito como presidente. Seu governo inicialmente adotou uma abordagem de continuidade do PED, mas em setembro de 1971 anunciou o I Plano Nacional de Desenvolvimento, que trouxe inovações significativas. Emergiu uma diretriz proeminente que enfatizava a expansão das exportações brasileiras como um objetivo prioritário. Embora esse enfoque já estivesse em discussão anteriormente, particularmente a partir de 1967, ele adquiriu uma proeminência mais acentuada. Nesse contexto, a estratégia de desenvolvimento e o padrão de crescimento adotados passaram a centrar-se nessa perspectiva, dando origem ao modelo "exportador" ou "agrícola-exportador", termo frequentemente associado a Delfim Netto. Esta abordagem, que favoreceu a intensificação das exportações, visava promover o crescimento econômico do país (Macarini, 2009).

Segundo Macarini (2009), o governo Médici estabeleceu a agricultura como sua principal prioridade. Essa ênfase encontra justificativa no conjunto de incentivos concedidos ao setor, com o intuito de promover a modernização, mecanização e transformação da agricultura em agronegócio. Nesse contexto, é pertinente ressaltar as seguintes medidas:

- Isenção de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICM) para tratores e outras máquinas agrícolas;
- Isenção de ICM sobre insumos utilizados na produção de adubos e fertilizantes;
- Estímulos fiscais para aquisição de tratores, máquinas agrícolas, fertilizantes, defensivos, etc., tratando-os como investimentos e permitindo a dedução de até 80% do rendimento líquido sujeito ao Imposto de Renda (IR);
- Redução do IR devido pela agricultura, com limitação do rendimento tributável a 10% em 1970 e 25% em 1971 do rendimento líquido após a dedução dos investimentos realizados;
- Isenção de IPI sobre matérias-primas, produtos intermediários e materiais de embalagem utilizados pela indústria de máquinas e implementos agrícolas;

- Isenção de ICM sobre motores e engrenagens empregados na fabricação de tratores. (BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 1971).

No estado do Paraná, vivenciava-se o reflexo das políticas nacionais, com uma modernização agrícola e agroindustrial, impulsionada pelo crescimento da economia brasileira. Nesse período houve a criação da Cidade Industrial de Curitiba (CIC) e investimentos no interior do estado, especialmente nos setores agroindustriais. Esses investimentos se concentraram em áreas com perspectivas de atração e crescimento mais favoráveis, resultando na ascensão dos complexos agroindustriais. Como consequência, ocorreram mudanças significativas na estrutura industrial tradicional, que abrangia produtos como café, cereais e madeira, cedendo lugar para novas *commodities*, como soja, milho, óleos vegetais refinados, produção de rações, abate de animais (frangos e suínos), têxteis, entre outros (BULHÕES, 2007).

Com o intuito de concretizar um projeto de modernização rural voltado ao aumento da produção e produtividade, o Estado passou a fomentar o avanço tecnológico e a introdução de novas culturas e práticas agrícolas. Na região, essa mudança é marcada pela implementação da Associação de Crédito e Assistência Rural do Paraná (ACARPA) em Campo Mourão, na década de 1960, priorizando especialmente o cultivo de trigo e, principalmente, de soja.

Para viabilizar esse processo, tornou-se essencial a existência de centros de recebimento desses grãos. Nesse contexto, a Cooperativa Agropecuária Mourãoense Ltda (COAMO), impulsionada pelo Estado do Paraná através da ACARPA, foi estabelecida em 1970 em Campo Mourão. A cooperativa foi fundada exatamente no momento em que a região passava pela transição entre a exploração madeireira e o início das atividades de cultivo de trigo e soja. Sua criação, em 28 de novembro de 1970, contou com a participação de 79 cooperados, a maioria proveniente do Rio Grande do Sul e todos proprietários de terra. Logo a COAMO se tornou uma cooperativa regional, instalando-se em vários municípios na década seguinte a sua criação, inclusive em Fênix (em 1976), onde tornou-se a única fonte de escoamento das plantações do município.

4.2. ALTERAÇÕES NOS TIPOS DE USO E COBERTURA DA TERRA DE FÊNIX 1985 a 2020

Voltando nossa visão novamente para o município de Fênix-PR, foi realizado um mapeamento do uso da terra na região desde o ano de 1985 até 2020 (Figura 30).

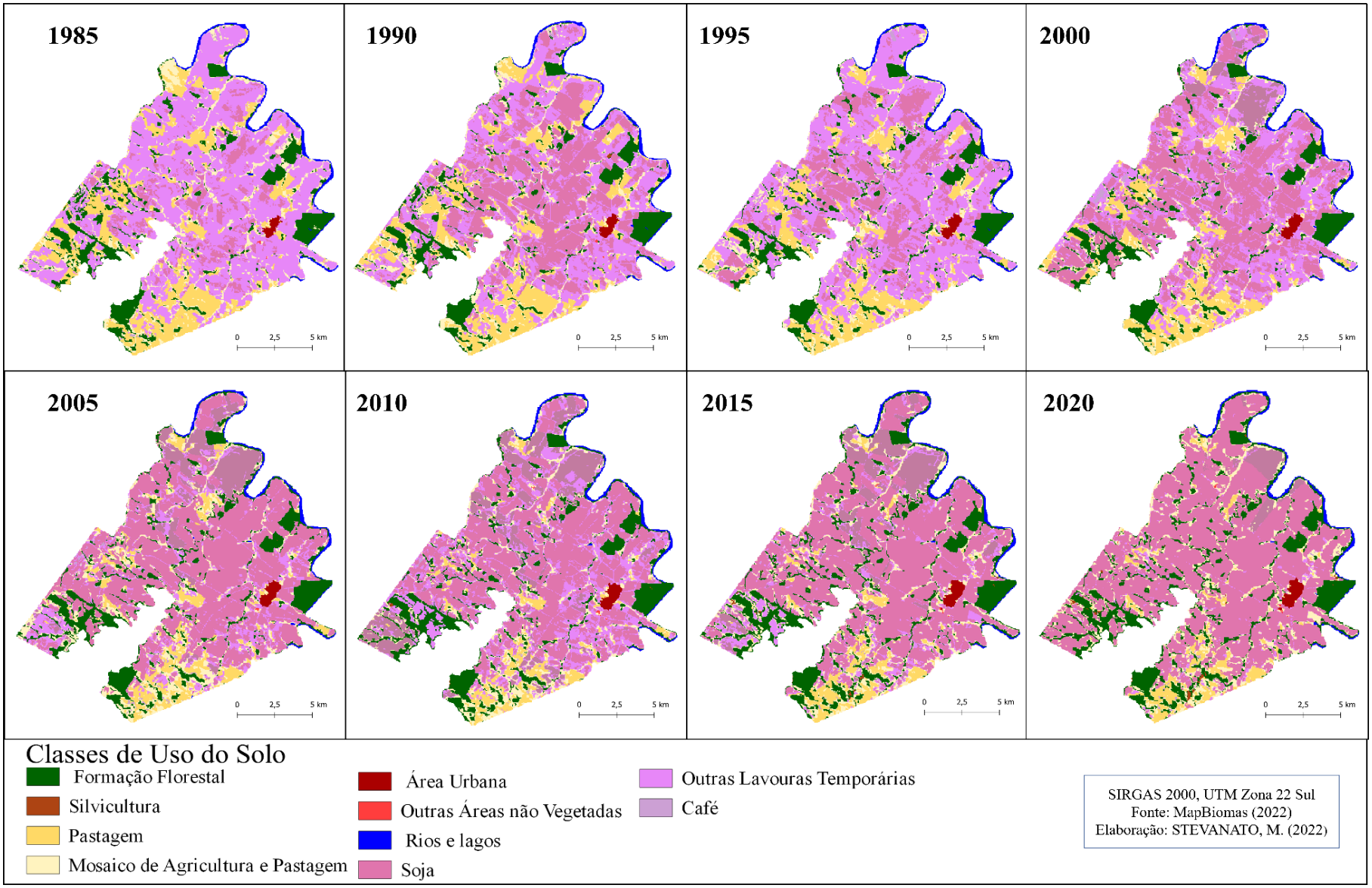

Figura 30. Mapas de uso e ocupação do solo. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2022.

Esse levantamento abrangeu um período de 35 anos, permitindo acompanhar a evolução e as transformações ocorridas na paisagem ao longo desse intervalo de tempo. O mapeamento forneceu uma visão abrangente das mudanças nas atividades agropecuárias, urbanização, áreas de preservação e outros usos do solo após a modernização da agricultura, sendo uma ferramenta fundamental para o estudo das dinâmicas ambientais e socioeconômicas do município.

Os mapas indicam que o processo de ocupação já estava estabelecido em 1985 e se desenvolveu na porção oeste do município, em áreas com topografia plana (0 a 12%). Neste período, a área urbana de Fênix compreendia 0,86 km², correspondente a 0,37% da área total do município. Esse espaço foi crescendo de forma gradual atingindo em 2020 o valor de 1,67 km² e 0,72% em relação a área total do município.

De acordo com Hespanhol (1993, p. 18) "[...] a região, bem como o Estado do Paraná, tornou-se um centro de repulsão da população, devido à substituição da agricultura tradicional pela agricultura moderna, representada na região pelo binômio soja/trigo". Fênix seguiu essa tendência e no ano de 1985 já apresentava declínio demográfico. Em 1980 a cidade tinha 7.444 habitantes (IBGE, 1980) e uma década depois esse número caiu para 5.983 (IBGE, 1991), uma redução de 20% da população.

Corroborando os mapeamentos, a Figura 31 apresenta um o gráfico que ilustra a evolução do tamanho da área dedicada a cada cultura ao longo dos anos analisados (1985 a 2020). Essa representação considera as áreas delimitadas nos mapas de uso da terra e utiliza a soma total das áreas destinadas à agropecuária como valor de referência. O gráfico é uma representação visual clara das mudanças na composição das culturas agrícolas ao longo do tempo, destacando o crescimento expressivo da cultura da soja em detrimento de outras culturas temporárias.

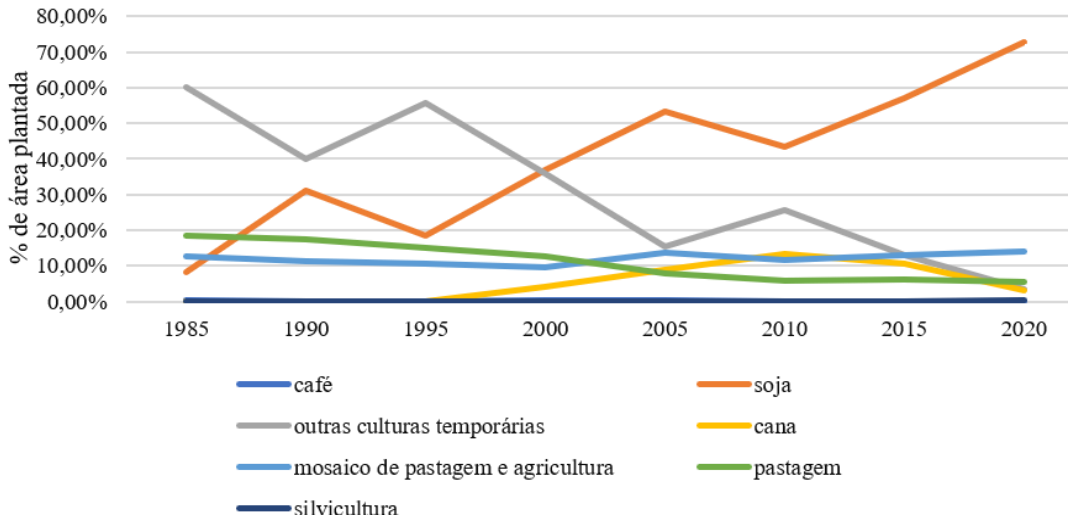

Figura 31. Dados das culturas agrícolas do município entre 1985 e 2020. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Os dados revelam que em 1985 a maior parte do município, 86,72% de sua área, era dedicada a atividades agropecuárias. Desse total, a maior parcela era classificada como lavouras temporárias (59,49%), seguida por pastagens (27%) e uma pequena fração de terras destinadas a culturas permanentes, como plantações de café e atividades silviculturais (menos de 1%). Naquela época, as lavouras de soja representavam 7,25% das plantações, enquanto outras lavouras temporárias, principalmente arroz, trigo e algodão, correspondiam a 60,25% das áreas agrícolas.

A produção algodoeira (Figura 32), por exemplo, foi incentivada e apoiada por políticas estaduais, através do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), que promoveu projetos e atividades nos municípios produtores:

> "viabilização da cotonicultura em áreas de restrição edáfica, através da rotação de culturas e da racionalização da adubação química; obtenção de variedades de algodoeiro com resistência múltipla a doenças e adaptadas às condições edafoclimáticas regionais; desenvolvimento e validação de tecnologias para manejo integrado de pragas e doenças do algodoeiro; desenvolvimento de alternativas técnicas e econômicas para racionalização da colheita manual do algodoeiro" (Secretaria da Indústria e Comércio do Paraná, s/d:5).

Figura 32. Transporte da Colheita do Algodão em Fênix na década de 1980. Fonte: Grupo de Facebook "Eu amo Fênix"

Segundo Massuda (2005), o Paraná tornou-se o maior produtor de algodão no Brasil na década de 80, com destaque para a região Norte do Estado, especificamente as microrregiões homogêneas de Campo Mourão, Norte Novo de Maringá, Norte Novo de Londrina e Norte

Velho de Jacarezinho. A autora destaca que as cooperativas agroindustriais exerceram forte influência na expansão da cultura algodoeira no estado. No caso de Fênix, o recebimento do algodão era realizado pela COAMO, que em 1986 inicia operações de fiação de algodão em Campo Mourão e anos depois em Goioerê.

A partir de 1995 observa-se queda na produção do algodão em todo o estado do Paraná. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (2001), o foco da produção algodoeira migrou para a região Centro-Oeste do Brasil, onde a intensificação do uso de tecnologia, em especial na colheita mecânica, permitiu alcançar maior produtividade.

Instaurou-se uma crise no setor. A partir de 1984, iniciou a ocorrência de uma praga, conhecida como bicudo-do-algodoeiro, identificada pela primeira vez no estado nos municípios de Barra do Jacaré e Maringá (Silva, 2012). Isso foi seguido por uma acentuada queda na produção na safra de 1996-1997. Consequentemente, as exportações diminuíram, enquanto as importações para atender ao mercado interno aumentaram, resultando em um desequilíbrio negativo na balança comercial do algodão. A crise na produção de algodão foi agravada pela valorização excessiva da moeda, taxas de juros elevadas e redução dos prazos para pagamento de créditos agrícolas (Alves, 2006; Barchet, Rocha e Dal Pai, 2016).

De acordo com Massuda (2005), apesar do declínio das plantações de algodão, a produção de fios no Paraná permaneceu estável. Isso é exemplificado pelas indústrias de fiação da COAMO, que se manteve em funcionamento até 2016 em Goioerê e ainda opera em Campo Mourão, importando matéria-prima da região Centro-Oeste. No entanto, embora seja beneficiadora desse produto, a cooperativa deixou de receber algodão.

No ano de 1995 houve a entrada da cultura da cana de açúcar, ocupando 4,21% das áreas de culturas, com ápice de crescimento em 2010, quando atingiu 13,22%. A partir desse ano, as áreas destinadas a essa cultura diminuíram, estando em 2020 em 3,27%, a menor porcentagem de todo o período.

Segundo Santos et al (2022), desde 2010 mais de 100 unidades agroindustriais sucroenergéticas brasileiras entraram com pedido de recuperação judicial ou faliram, ocasionando, em muitos casos, o encerramento temporário ou permanente de suas operações. Dentre essas estavam a empresa Renuka Vale do Ivaí, de São Pedro do Ivaí, e a empresa Sabarálcool, de Engenheiro Beltrão, ambas receptoras da produção de cana de açúcar de Fênix. Desse modo, embora o campo sucroenergético não apresentasse grande relevância ao município, ele também foi atingido pela crise nacional que atingiu o setor.

Em relação às culturas de milho e trigo, essas sempre foram sólidas no município desde sua mecanização, se tornaram parte integrante da atividade agrícola local, aproveitando as

condições climáticas e de solo favoráveis para seu cultivo. Ambas as culturas são plantadas preferencialmente no inverno, período entre as “safras principais”, e os fatores que influenciam os agricultores a optarem por um ou outra são: previsão climática do ano, recebimento do grão pela cooperativa naquele ano e previsão de valor de venda.

A partir de 1995 surge um incremento no cultivo de soja em comparação a outras culturas, ao passo que o plantio de culturas temporárias apresentou declínio. Essa tendência de expansão da soja persistiu nos anos subsequentes, culminando com uma participação expressiva de 72,90% no total de plantios em 2020.

Esse êxito da cultura da soja pode ser atribuído a avanços tecnológicos notáveis que conferiram à planta adaptação a variados climas, tornando-a resiliente a várias enfermidades e com ampliada capacidade de produção.

Além das inovações tecnológicas, outro impulso significativo para o cultivo da soja é a crescente demanda global. Como apontado por Vencato (2010), ocorreu um aumento no consumo mundial de soja, principalmente em razão da mudança nos padrões alimentares dos países em desenvolvimento, onde o consumo de proteína animal aumentou consideravelmente. Essa mudança, por sua vez, resultou em uma demanda crescente por grãos destinados à produção de ração animal. Além disso, a soja desempenha um papel central em diversos setores industriais, abrangendo desde a indústria alimentícia (óleos, chocolates, temperos, entre outros) até a esfera química (vernizes, plásticos, cosméticos, etc.), além de ter relevância na produção de biocombustíveis.

Seguindo essa tendência, onde o Brasil figura atualmente como o segundo maior produtor mundial, a COAMO, já em 1982, criou a indústria de óleo de soja em Campo Mourão, e em 1994 adquiriu uma indústria de óleo de soja da Cooperativa Central Agropecuária do Paraná Ltda. (COCAP), no Porto de Paranaguá. Essas ações influenciaram diretamente a demanda por grãos de soja, uma vez que a industrialização e exportação dos produtos COAMO aumentou.

Embora, nos intervalos entre as safras de soja, os agricultores normalmente adotem o plantio direto de milho ou trigo, essa sucessão de culturas visa principalmente evitar a exposição do solo. Essa prática contribui para a preservação da estrutura e da fertilidade do solo, minimizando a erosão e promovendo uma melhor conservação dos recursos naturais.

A prática de monocultura, ou seja, a adoção de apenas uma cultura, como a soja, pode levar à perda de diversidade de culturas e tornar os sistemas agrícolas mais suscetíveis a doenças e pragas específicas.

Essa prática pode causar mudanças na biodiversidade local, com a redução da variedade de culturas, uma vez que diferentes culturas atraem diferentes tipos de polinizadores e microrganismos do solo. Também são causados impactos ambientais, pois a mudança para uma única cultura pode levar ao uso intensivo de agrotóxicos específicos para essa cultura, diminuição da fertilidade do solo ou à necessidade de adubação química intensiva.

É importante ressaltar que a transição para uma única cultura também pode ter impactos socioeconômicos significativos em comunidades agrícolas, afetando o emprego, a renda e a dinâmica econômica local.

Essa transição do uso da terra, passando de culturas variadas para predominância da cultura da soja, ocorreu na região de Fênix e em todo o estado do Paraná. Ao longo dos anos, o cenário agrícola dessa região sofreu mudanças significativas, com a expansão da monocultura da soja ganhando destaque na paisagem rural. Essa transformação pode trazer impactos tanto positivos, como o aumento da produtividade e renda para os agricultores, quanto desafios ambientais e socioeconômicos que demandam uma análise cuidadosa.

Utilizando como base os mapas elaborados (Figura 30), foi analisado como as mudanças no uso e cobertura da terra, assim como as culturas implantadas, se relacionaram com a configuração da área urbana do município e o número de habitantes.

Como analisado anteriormente, o município apresenta pouca diversificação econômica, assim como todo o Centro-Oeste paranaense, o que impulsiona a migração de pessoas para centros urbanos maiores. Hoje Fênix possui 4.492 habitantes (IBGE, 2023), com PIB de cerca de R$212 milhões de reais, onde 53,2% advém da agropecuária, 28,3% da prestação de serviços, 13,5% da administração pública e 4,9% da indústria. Embora a maior parte do PIB provenha de atividades agropecuárias, as atividades que mais empregam são: administração pública em geral (256 pessoas), treinamento em desenvolvimento profissional e gerencial (104 pessoas) e comércio atacadista de matérias-primas agrícolas (54 pessoas). Em relação aos empregos de carteira assinada, o município possui 678 empregos, nos quais a ocupação predominante é a de faxineiro (99), seguido de assistente administrativo (67) e de zelador de edifício (51) (CAGED, 2022). Ou seja, o formato da agricultura desempenhado não gera empregos suficientes para suprir a demanda de população economicamente ativa.

Costa e Rocha (2009) dissertam sobre a condição de vulnerabilidade em que se encontram muitas das pequenas cidades da Mesorregião Centro Ocidental Paranaense, uma vez que apresentam estagnação econômica, sendo a evasão populacional um reflexo das precárias condições econômicas da maior parte dos residentes. Tal realidade apenas seria mudada através de políticas públicas que de fato fossem comprometidas com o desenvolvimento local,

buscando autogerenciamento e autossustento. Entretanto, a realidade da maior parte desses municípios é um passado (e presente) de descaso de políticas públicas.

5. PROCESSO DE EVOLUÇÃO FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE FÊNIX-PR

O município de Fênix passou por processo de colonização a partir da década de 1950, como discutido no capítulo anterior. A partir desse período houve um intenso movimento de ocupação organizada e oficial nessa região. Nesse período, as florestas nativas foram amplamente suprimidas para dar lugar às atividades agropecuárias e à expansão urbana. Tal retirada resultou na significativa redução da cobertura vegetal original, levando a fragmentação e perda de habitat para diversas espécies nativas. Esse processo de desmatamento teve um impacto significativo na paisagem e na biodiversidade local, alterando os ecossistemas naturais e comprometendo a qualidade ambiental do município.

Neste capítulo são apresentados os dados obtidos por meio de métricas de paisagem, utilizadas para analisar e quantificar as características da estrutura e da dinâmica das paisagens. Essas métricas forneceram informações importantes sobre a fragmentação florestal, tais como tamanho dos fragmentos, formato e disposição na paisagem. Além disso, também são apresentados os resultados da verificação em campo, onde foram realizadas observações diretas e coleta de dados para avaliar o impacto do efeito de borda nas áreas florestais remanescentes.

Essa combinação de análise de dados geoespaciais e observações de campo permitiu compreender melhor os padrões e processos relacionados à fragmentação florestal, podendo auxiliar na tomada de decisões para a conservação e gestão dessas áreas.

5.1. Processo de Fragmentação e Recuperação da Floresta

É importante ressaltar que a maior supressão da vegetação em Fênix ocorreu no período entre 1950 e 1980, quando houve um intenso processo de desmatamento. No entanto, a disponibilidade de dados de satélite e informações geoespaciais é escassa para esse período mais remoto. Os primeiros imageamentos por satélite são de 1973, porém a resolução espacial não permite uma análise consistente da cobertura do solo.

Dessa forma, as análises e avaliações realizadas neste estudo se baseiam principalmente em dados a partir de 1985. A partir desse período se consolida o processo de mecanização da agricultura no município e processos de retirada de vegetação tendem a diminuir em decorrência da legislação ambiental e formas de manejo agrícola. Também a partir desse período começaram a ser registradas informações mais precisas e abrangentes sobre a cobertura vegetal da região, sendo possível utilizar imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto para monitorar as mudanças na paisagem e obter uma visão mais detalhada do processo de fragmentação florestal ao longo do tempo.

O Quadro 10 apresenta uma análise detalhada da distribuição dos fragmentos florestais no município de Fênix ao longo dos anos, categorizados por ordens de tamanho (em hectares) e examinados em intervalos de cinco anos, de 1985 a 2020.

Quadro 10. Número de fragmentos por classe de tamanho e por ano de análise.

Classe (ha)	Anos analisados							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
0-10	297	324	369	303	338	318	324	354
10-30	22	21	20	22	28	33	37	33
30-50	3	4	3	3	1	2	5	7
50-100	1	1	1	1	3	3	4	5
100-150	4	4	3	3	2	2	2	3
150-300	2	2	1	1	1	1	1	2
> 300	1	1	2	2	3	3	3	2
Total	330	357	399	335	376	362	385	406
% na paisagem	11,06	10,95	11,12	11,03	12,88	13,47	15,04	15,05

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

A classe de 0-10 hectares, representando os fragmentos de menor tamanho, demonstra variação ao longo das décadas. Inicialmente, em 1985, o número total nesta classe era de 297 fragmentos, aumentando para 369 em 1995, antes de declinar em 2000 e subsequentemente aumentar. Isso sugere dinâmicas complexas na formação e preservação desses pequenos fragmentos ao longo do tempo.

As classes intermediárias de 10-30 hectares e 30-50 hectares também apresentam flutuações, indicando possíveis mudanças nas políticas ambientais, uso da terra ou outros fatores influenciadores. Na classe de 30-50 hectares foi registrado aumento significativo em 2015, possivelmente indicando esforços de consolidação de áreas intermediárias.

A análise das classes maiores, como 50-100 hectares e > 300 hectares, revela uma tendência crescente ao longo dos anos. Embora esses fragmentos representem uma porcentagem menor da paisagem total, seu aumento contínuo pode indicar um foco nas áreas de maior extensão para a preservação e recuperação.

A análise percentual na paisagem destaca a evolução das classes ao longo do período. Nota-se um aumento consistente nas classes de tamanhos médios e grandes, especialmente após 2010, sugerindo um esforço para promover fragmentos mais extensos como parte das estratégias de conservação.

Em relação ao tamanho dos fragmentos florestais, Fênix segue um padrão semelhante ao esperado na Mata Atlântica. Segundo Ribeiro et al. (2009) a maioria dos fragmentos desse

bioma é composta por áreas menores que 250 hectares, representando mais de 97% do total das manchas florestais do bioma. Verificou-se a predominância de fragmentos menores que 10 hectares em todos os anos analisados, variando entre 84% e 92% do valor total de fragmentos, enquanto os de tamanho grande não alcançaram mais que 5%.

Na Figura 33 é apresentada uma sequência de mapas que ilustram a dinâmica da distribuição dos fragmentos florestais em Fênix ao longo do período de 1985 a 2020. Cada mapa representa uma fatia temporal, revelando as nuances nas dimensões e configurações dos fragmentos em diferentes momentos.

Nos primeiros anos, predominam áreas menores, e nas últimas décadas há uma crescente presença de fragmentos de maiores extensões. Os mapas oferecem uma leitura espacial rica em detalhes. Essa narrativa cartográfica proporciona uma compreensão visual abrangente das mudanças na paisagem, permitindo identificar padrões, tendências e possíveis implicações para a conservação florestal em Fênix.

O notável aumento de fragmentos florestais em Fênix ao longo das últimas décadas revelou uma concentração significativa nas Áreas de Preservação Permanente (APP) fluvial. A dinâmica espacial dessas áreas específicas destaca-se como um elemento crucial na expansão da cobertura vegetal, sugerindo uma resposta positiva às políticas de conservação voltadas para as margens dos corpos d'água. A ênfase nas APPs fluviais reflete um reconhecimento estratégico da importância dessas áreas para a saúde ecossistêmica e a conservação da biodiversidade, evidenciando uma abordagem direcionada para a proteção de zonas ripárias e a promoção de práticas sustentáveis nas proximidades dos recursos hídricos. Essa tendência específica ressalta a interconexão entre políticas de preservação ambiental e a vitalidade dos ecossistemas fluviais, consolidando a importância de estratégias focalizadas para garantir uma gestão equilibrada e efetiva das Áreas de Preservação Permanente.

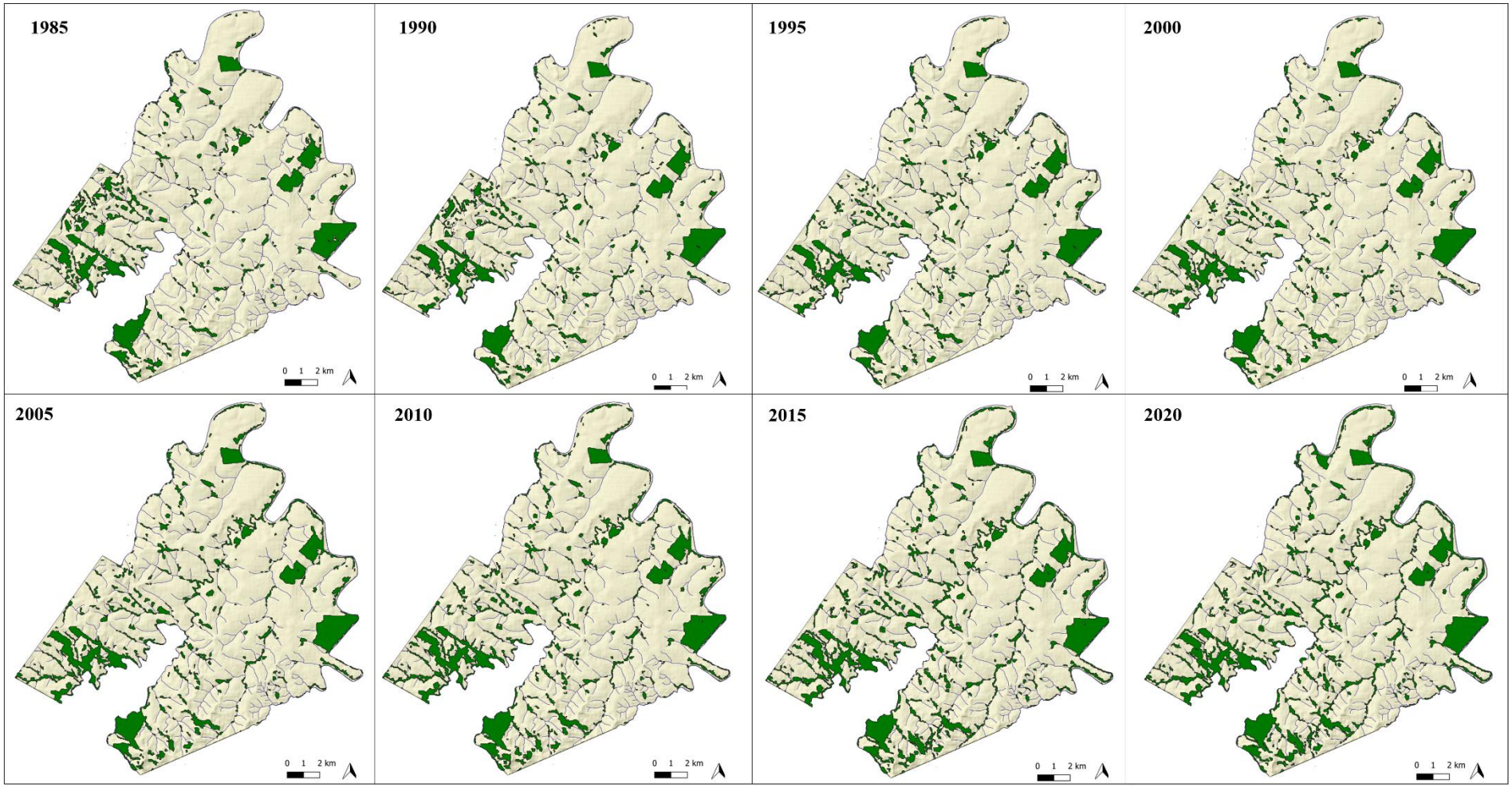

Figura 33. Evolução Espacial da Cobertura Florestal de 1985 a 2020 em Fênix – PR. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Segundo o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, produzido pela Fundação SOS Mata Atlântica e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no período entre 1985 e 2020, o Paraná perdeu cerca de 561.057 hectares de vegetação nativa da Mata Atlântica. Desse modo, o aumento de área de Mata Atlântica no município de Fênix vai em contrapartida ao que é apresentado pelos órgãos oficiais de monitoramento. Segundo o Relatório Anual de 2020, o Paraná foi o 3º estado com maior índice de desmatamento no ano em análise, com supressão de 2.049 hectares de floresta (INPE, 2020).

Entretanto, é preciso ressaltar que a diferença metodológica é importante nesse comparativo. A metodologia adotada para análise dos fragmentos florestais de Fênix, contabilizou fragmentos a partir de 0.09 Hectares (900m²), enquanto na metodologia adotada pelo SOS Mata Atlântica/INPE, são identificados apenas remanescentes florestais com ao menos 3 hectares de área contínua bem preservada. Sendo assim, florestas nativas menores de 3 hectares, áreas altamente modificadas ou em estágios iniciais de regeneração, especialmente em áreas urbanas, não são consideradas.

Embora Fênix-PR tenha apresentado aumento significativo no número de fragmentos de floresta a partir dos anos 2000, esse valor ainda é considerado baixo, uma vez que, conforme argumentado por Metzger (2010), o limiar de 30% é considerado um limite mínimo de cobertura nativa que uma paisagem antropizada deveria manter, de forma a possibilitar a conciliação entre o uso econômico e a conservação biológica. Ao atingir esse patamar, uma porção significativa da paisagem permanece coberta por vegetação nativa, o que é fundamental para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade.

Quando a análise foi direcionada para a área efetiva, ou seja, a porção central e interna dos fragmentos (excluindo-se o efeito de borda), o aumento não foi proporcional (Figura 34). Para quantificar a área real disponível dentro de um fragmento, é necessário considerar o efeito de borda.

Ao calcular o índice de área efetiva, é possível obter uma estimativa mais precisa da área útil para a sobrevivência e reprodução das espécies dentro do fragmento. A Área Core oferece uma estimativa mais precisa do que está efetivamente sendo conservado em um determinado fragmento, levando em consideração a área contínua e interna do habitat (VOLATÃO, 1998). Esse índice proporciona uma medida mais precisa e confiável da extensão do habitat essencialmente conservado dentro do fragmento, fornecendo informações valiosas sobre a integridade e a qualidade da paisagem (MCGARIGAL et al., 2002).

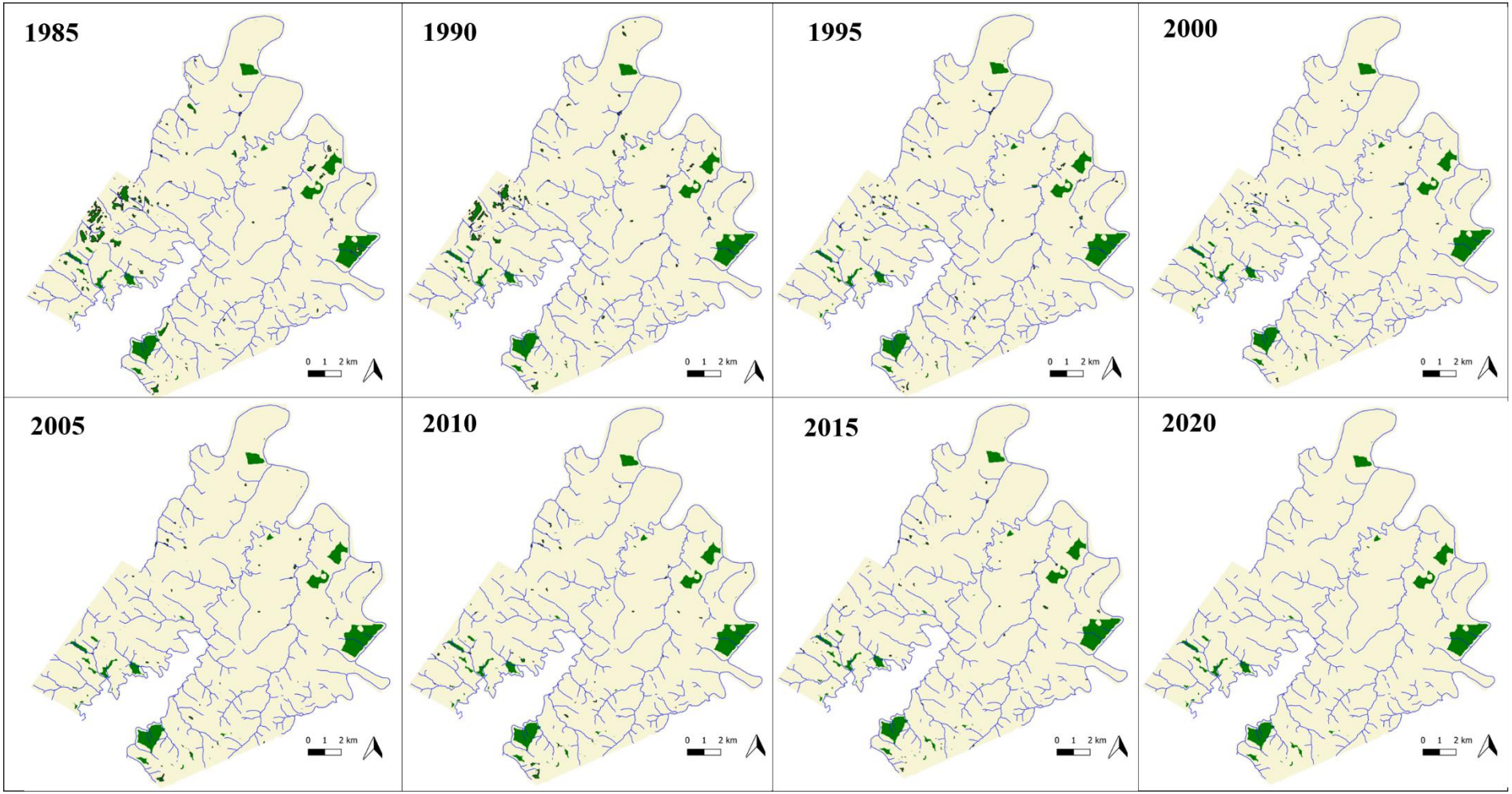

Figura 34. Evolução Espacial da Cobertura Florestal de 1985 a 2020 em Fênix – PR, desconsiderando as áreas de borda (50 metros). Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Na Figura 35 relacionamos os dados de Área Core com a área total e número de fragmentos. Entre os anos de 1985 e 2000, a área core dos fragmentos estava em 58% em relação a área total, em 2005 e 2010 passou para 55%, em 2015 para 52% e em 2020 para 51%.

Esse declínio pode ser atribuído ao tamanho reduzido dos fragmentos, resultando em uma proporção menor de área core. Embora a área total de floresta tenha apresentado um aumento de aproximadamente 930 hectares, o incremento na área core foi de 306 hectares.

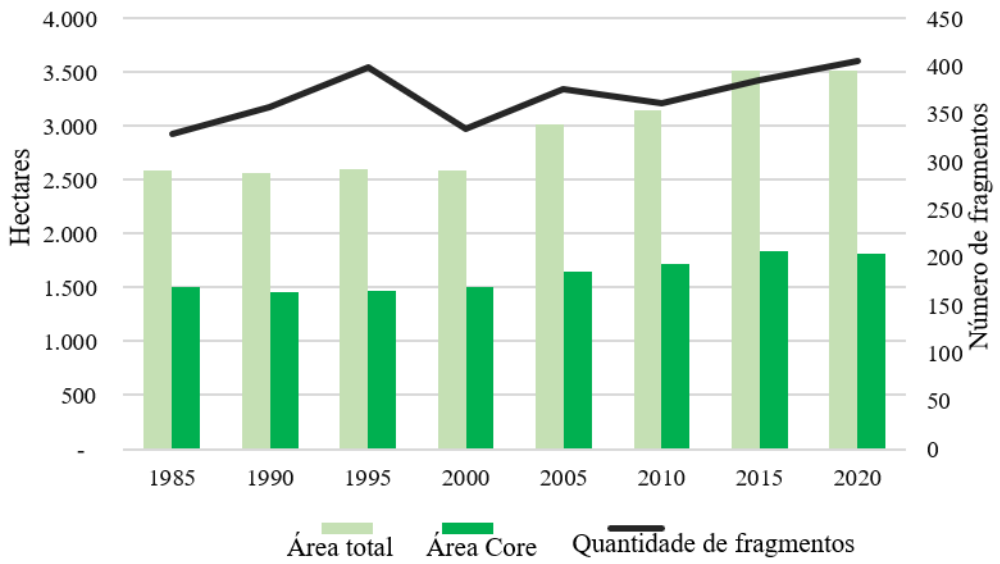

Figura 35. Gráficos comparativos entre área total, área core e quantidade de fragmentos. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Os mapas que representam os fragmentos florestais em sua totalidade (Figura 33) oferecem uma visão abrangente da distribuição espacial ao longo do tempo em Fênix. Eles revelam padrões de expansão e configuração dos fragmentos, indicando um aumento quantitativo consistente na cobertura florestal. Especificamente em 1985, a área total abrangia 2.500 hectares, crescendo progressivamente para 3.500 hectares em 2015 e 2020.

Por outro lado, ao desconsiderar as áreas de borda nos fragmentos (Figura 34), a análise proporciona uma perspectiva mais refinada, focando na área efetiva de vegetação. Os resultados revelam que, em 1985, 1990, 1995 e 2000, a área efetiva era de 1.500 hectares, aumentando para 1.550 hectares em 2005 e atingindo 1.800 hectares em 2015 e 2020. Essa abordagem ajustada destaca uma realidade mais detalhada e qualitativa da cobertura florestal.

Essa discrepância ressalta a importância de considerar não apenas a extensão total da cobertura florestal, mas também a área efetiva de habitat preservado dentro dos fragmentos, ao avaliar adequadamente a qualidade e a conectividade de uma paisagem. Esses resultados destacam a necessidade contínua de medidas de conservação mais efetivas e estratégias de

manejo que promovam a preservação não apenas da quantidade, mas também da qualidade dos fragmentos florestais na região.

Embora seja um valor considerado insuficiente, o valor de área total de floresta do município de Fênix corresponde ao encontrado em outros municípios do estado. Em trabalho realizado na área rural de Maringá-PR, Sampaio et al. (2018) constatou cobertura florestal de 9,81%, 148 fragmentos menores que 50 hectares, 9 fragmentos entre 50 e 100 hectares e apenas 4 fragmentos maiores que 100 hectares. Patrício et al. (2019) quantificou para a cidade de Califórnia-PR o percentual de 17,6% de área florestada e desses 97,76% com área menor que 10 hectares. Ferreira et al. (2018) em estudo da Bacia do Rio Alonso, localizado na região dos Campos Gerais do Paraná, concluíram que remanescentes florestais representavam 12,5% da cobertura florestal total da bacia estudada.

Para avaliação dos formatos aplicou-se o Índice de Circularidade permitindo quantificar características como circularidade, complexidade e contorno dos fragmentos, fornecendo informações importantes sobre a qualidade e a estrutura da paisagem.

Uma forma mais circular indica um objeto mais regular e simétrico, enquanto uma forma menos circular indica uma maior irregularidade e complexidade na sua configuração. Os valores do Índice de Circularidade (IC) variam em uma escala de 0 a 1, em que valores próximos de 1 indicam fragmentos com tendência a uma forma circular, e à medida que esse valor diminui, os fragmentos assumem uma forma mais alongada. De acordo com VIANA e PINHEIRO (1998), quando o índice é menor que 0,6, os fragmentos são considerados "muito alongados", entre 0,6 e 0,8 são classificados como "alongados", e valores maiores que 0,8 indicam fragmentos com forma "arredondada". Na Figura 36 podemos observar os resultados desta análise.

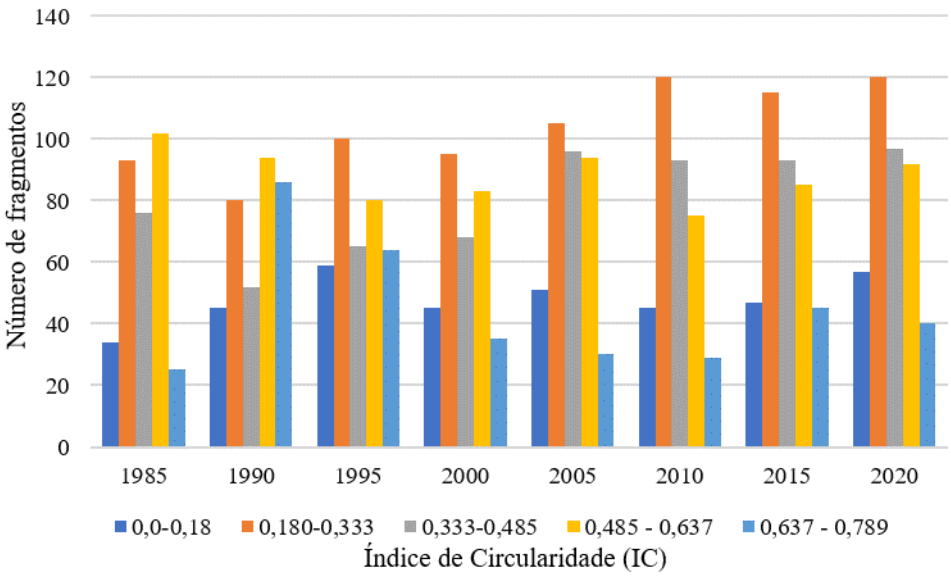

Figura 36. Resultado dos índices de circularidade aplicados nos fragmentos florestais do município de Fênix, de 1985 a 2020. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

O aumento dos fragmentos na classe “muito alongados” (Figura 37) justifica-se pelo aumento das áreas de APP hídricas no município, principalmente a partir de 2005.

Os fragmentos que apresentaram valores maiores que 0,6, sendo considerados de formato “alongado”, tiveram em 1990 sua maior representatividade estando em 24%. Nos demais anos variou entre 8% e 17%. Verificou-se que os fragmentos que apresentaram esse resultado foram os de menor tamanho de área, em sua maioria menores que 1 hectare e nenhum caso maior que 5 hectares.

Figura 37. Exemplo de fragmentos alongados em Fênix-PR. Fonte: Google Earth (2023)

Segundo Viana e Pinheiro (1998), uma mata ciliar com dimensões de 30 x 1000 metros terá um fator de forma de 0,3, o que é considerado extremamente baixo. Infelizmente, o

planejamento de projetos de recuperação de matas ciliares raramente leva em conta o efeito de borda que essas áreas enfrentarão no futuro. Desse modo, até mesmo quando essas apresentam o tamanho estipulado pela legislação, são pouco eficientes em relação à proteção de determinados efeitos externos.

Corredores são elementos essenciais para a conectividade e a conservação de paisagens fragmentadas, permitindo a movimentação da fauna e a dispersão de sementes entre os fragmentos florestais (Figura 38). No entanto, a presença de um alto efeito de borda em um fragmento pode dificultar sua efetivação como corredor ecológico como, por exemplo, afetar a capacidade da fauna de atravessar, uma vez que espécies mais sensíveis tendem a evitar áreas de borda, o que prejudica a troca gênica e a manutenção da diversidade genética das populações.

Figura 38. Corredor de APP Fluvial conectado a um fragmento (PEVRES). Fonte: Google Earth (2023)

Em estudo do zoneamento de fragmentos florestais prioritários para conservação em parques de Curitiba, Goes (2018) constatou fragmentos entre 1,39 ha. e 59 ha. que apresentaram IC entre alongados e muito alongados. Colavite, Pericinoto e Cardoso (2019), em estudo da bacia do Rio Riozinho (municípios de Janiópolis, Farol, Mamborê e Boa Esperança-PR), constataram que, dos 489 fragmentos identificados na bacia, 77% encontravam-se como “alongados” e “muito alongados”. Assim como em Fênix, os fragmentos que apresentavam formato mais próximo a “arredondado” eram de tamanho pequeno.

Em relação à conectividade dos fragmentos, as métricas apresentadas anteriormente demonstraram o aumento de fragmentos do tipo corredores. Corroborando esse resultado, a aplicação da métrica Distância Média do Vizinho Mais próximo demonstrou uma variação de

37% no recorte espacial analisado, com maior variação a partir dos anos 2000. Na Figura 39 o gráfico demonstra que entre 1985 e 2000 essa distância aumentou de 524 metros para 623 metros. Nos anos seguintes (2005, 2010 e 2015) foram constatadas diminuição da distância, chegando a 124 metros, demonstrando melhoria na conectividade da paisagem e aumento dos corredores entre os fragmentos nesse período.

No gráfico (Figura 39) é demonstrada a comparação dos dados de área florestal com a distância entre os fragmentos. Estes indicam que entre 1990 e 2000 a paisagem se tornou mais fragmentada, pois o tamanho total de floresta apresentou pouca variação, mas a conexão entre os fragmentos se tornou menor. A partir de 2000, os dados de área total e a distância entre os fragmentos diminuiu, apresentando uma maior conexão das áreas florestadas na paisagem até 2015, quando novamente a distância entre os fragmentos volta a aumentar. Em 2020 observa-se que a distância entre os fragmentos aumentou para 196 metros, enquanto a área total de floresta se manteve igual a 2015, mas o número de fragmentos aumentou. Ou seja, a partir de 2015 a paisagem se tornou mais fragmentada.

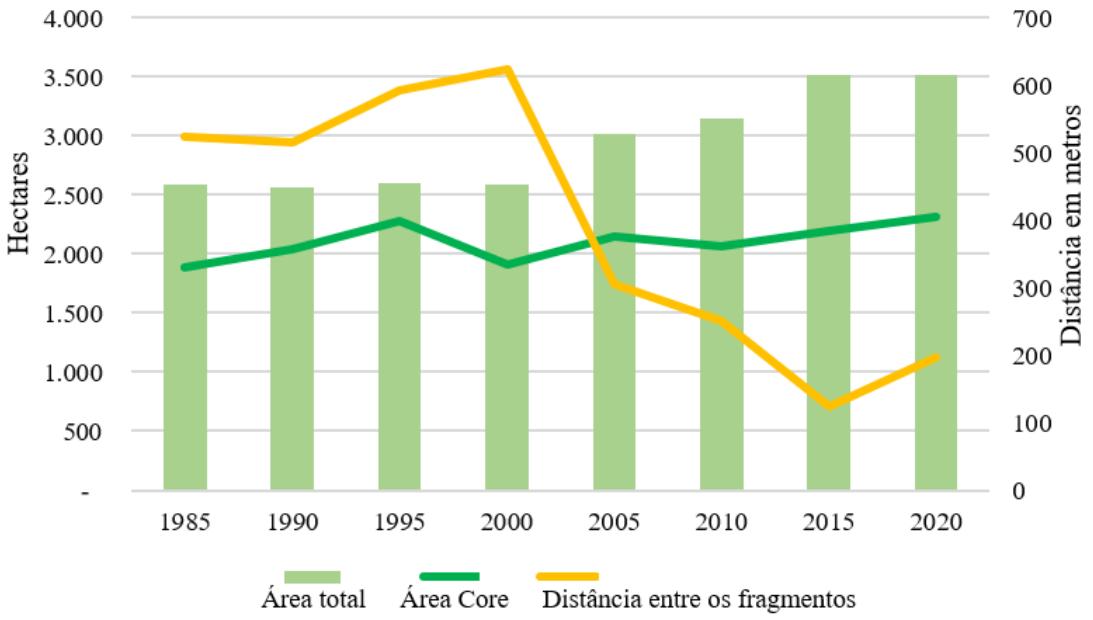

Figura 39. Comparativo entre área total, área core e distância entre os fragmentos. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Corroborando estes dados, o estudo de Ferreira et al. (2019) na bacia do Rio Mourão – PR, área próxima a Fênix (~10km), constatou em análise temporal que entre os anos de 1991 e 2016 houve uma redução de distância de 139,2 metros para 103,6 metros, uma diminuição de 35,6 m no isolamento entre os fragmentos florestais. Em Fênix os valores de distância são maiores, mas a redução foi de 319 metros durante o mesmo período.

O recorte temporal de 1985 a 2020, com intervalo de análise de 5 anos, permitiu uma avaliação abrangente das características da paisagem e dos efeitos da fragmentação no decorrer dos últimos 35 anos no município de Fênix-PR. Os resultados obtidos pela aplicação das métricas e levantamento bibliográfico referente aos estudos de mesma temática no estado do Paraná, amparam a hipótese de que a Mata Atlântica está em processo de estabilização e restauração florestal, pelo menos neste estado.

5.2. Os fragmentos atuais – Estágio de Sucessão e Efeito de Borda

A partir da análise do mapeamento desde a década de 80 sabe-se que todos os fragmentos selecionados possuem mais de 40 anos. Embora não tenha sido possível verificar a história local de todos, esse dado sinaliza a ocupação da área por florestas antigas. Ao verificar a composição florística dos fragmentos e DAP das árvores, estima-se que esses fragmentos sejam ainda mais antigos.

O Quadro 11 fornece uma visão detalhada da diversidade florística em Fênix, destacando a presença de diversas famílias botânicas e suas respectivas espécies ou gêneros nos pontos amostrais. A família Fabaceae mostra uma riqueza considerável, com múltiplas espécies identificadas, como *Anadenanthera colubrina*, *Bauhinia* spp., *Inga marginata*, *Inga striata*, *Parapiptadenia rígida*, *Senegalia nitidifolia*, *Senegalia polyphylla*, e *Leucaena leucocephala*. Da mesma forma, outras famílias, como Moraceae (*Ficus guaranítica*, *Maclura tinctoria*, *Machaerium stipitatum*, *Sorocea bonplandii*), Meliaceae (*Cabralea canjerana*, *Guarea kunthiana*, *Trichilia catiguá*), e Rutaceae (*Balfourodendron riedelianum*, *Dendropanax cuneatus*, *Citrus ×limon*), contribuem significativamente para a diversidade vegetal local.

Quadro 11. Espécies arbóreas identificadas nas bordas dos fragmentos analisados.

Família	**Espécie**	**Pontos Amostrais**						
		Frag 1	**Frag 2 Ponto1**	**Frag 2 Ponto 2**	**Frag 3**	**Frag 4**	**Frag 5**	**Frag 6**
Annonaceae	*Annona cacans* Warm.	1	1				1	
Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg.		1	3	4			
Araliaceae	*Dendropanax cuneatus* (DC.) Decne. & Planch.		2		2		3	
Arecaceae	*Euterpe edulis* Mart.		1		6			
Caricaceae	*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A.DC.			2		1		
Celastraceae	*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek				1			
Cordiaceae	*Cordia ecalyculata* Vell.			1				
Dryopteridaceae	*Parapolystichum effusum* (Sw.) Ching							
Euphorbiaceae	*Alchornea* spp.			1		2	1	
	Croton urucurana Baill.			1				
Fabaceae	*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan		1					
	Bauhinia spp.					2		2
	Cassia ferrugínea (Schrad.) Schrad. ex DC.	2			1			
	Dahlstedtia muehlbergiana (Hassl.) M.J.Silva & A.M.G.Azevedo		1	1				2
	Inga marginata Willd.		2	3	2	3		2

	Inga striata Benth.				2	2		
	Myrocarpus frondosus Allemão			3		2		
	Parapiptadenia rígida (Benth.) Brenan				1			
	Pterogyne nitens Tul.		1	1				
	Senegalia nitidifolia (Speg.) Seigler & Ebinger	1						1
	Senegalia polyphylla (DC.) Britton & Rose		1					
	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit						3	
Lauraceae	*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez		2	1	1		2	1
	Ocotea puberula (Rich.) Nees		3					3
Meliaceae	*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.	2	1			4		5
	Guarea kunthiana A.Juss.	2	12	10	2	3	1	3
	Trichilia catiguá A.Juss.		4					
Moraceae	*Ficus guaranítica* Chodat			3	2	1		1
	Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	1					1	
	Machaerium stipitatum (L.) D.Don ex Steud.		2		2		1	2
	Morus alba L.			1				
	Sorocea bonplandii (Baill.) W.C.Burger et al.		3	8	4	3		3
Myrtaceae	*Campomanesia guaviroba* (DC.) Kiaersk.		2					
	Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O.Berg					2		3
	Eugenia invoculatra DC.						1	
	Psidium cattleyanum Sabine			1		1		
	Psidium guajava L.			2				
Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata* L.	2					1	
Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms		4	4	3	3		3
Poaceae	*Digitaria insularis* (L.) Fedde	1	1		1	1		1
	Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	1					1	1
Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.		3	1		2		2
	Não identificada	1				1	1	1
	Citrus ×limon (L.) Osbeck					1	2	
Sapindaceae	*Paullinia meliifolia* Juss.			1				
	Serjania ssp.	1						

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

A contagem de indivíduos nos pontos amostrais destaca a prevalência de algumas espécies, como *Guarea kunthiana*, com frequência em diversos pontos, totalizando 33 indivíduos. *Alchornea* spp., *Aspidosperma polyneuron*, *Balfourodendron riedelianum*, *Gallesia integrifolia*, e *Serjania* spp. também apresentam contagens substanciais, indicando uma presença expressiva no ecossistema local.

Ao analisar o estágio de sucessão em que se encontram os fragmentos, verificou-se que embora todos os fragmentos tenham mais de 40 anos, apenas em dois transectos o estágio de sucessão foi avançado. No Quadro 12 são apresentados os dados de tamanho e do estágio de sucessão que se encontra cada fragmento.

Quadro 12. Estágio de sucessão e estrutura dos fragmentos.

Aspectos analisados	Frag 1	Frag 2 Ponto1	Frag 2 Ponto 2	Frag 3	Frag 4	Frag 5	Frag 6
Área do Frag.	1,55	360,87	360,87	125,81	24,67	3,02	32,76
Altura Média do dossel	~17 metros	~25 metros	~25 metros	~25 metros	~17 metros	~17 metros	~17 metros
Epífitas	Raras	Poucas	Raras	Poucas	Poucas	Raras	Raras
Serrapilheira	Presente, continua formando uma camada fina pouco decomposta	Intensa decomposição	Variações na espessura	Intensa decomposição	Variações na espessura	Presente, continua formando uma camada fina pouco decomposta	Variações na espessura
Lianas	Herbáceas abundantes, lenhosas raras	Herbáceas raras, lenhosas presentes	Herbáceas raras, lenhosas presentes	Herbáceas raras, lenhosas presentes	Herbáceas raras, lenhosas presentes	Herbáceas abundantes, lenhosas presentes	Herbáceas e lenhosas abundantes
Fisionomia	Arbustiva lenhosa	Arbórea dominante/ Dossel fechado	Arbórea dominante/ Dossel fechado	Arbórea dominante/ Dossel fechado	Arbórea dominante	Arbustiva lenhosa	Arbórea dominante
Estratos	1 a 2 estratos	> 2 estratos	> 2 estratos	> 2 estratos	> 2 estratos	1 a 2 estratos	> 2 estratos
DAP médio	14,52	12,36	21,00	22,66	13,93	14,13	17,79
Maior DAP	48,41	183,44	159,87	146,50	66,88	43,63	63,06
Menor DAP	3,18	3,18	3,82	3,18	3,82	3,82	4,78
Densidade no transecto (árvore/m²)	0,060	0,255	0,235	0,180	0,185	0,095	0,195
Estágio de Sucessão	Inicial/ Médio	Avançado	Médio/ Avançado	Avançado	Médio/ Avançado	Inicial/ Médio	Médio/ Avançado

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

A estrutura de um fragmento está vinculada ao seu histórico de perturbações, que está vinculado a diversos fatores, como explorado por Forman e Godron (1986): a frequência e duração das perturbações, sua distribuição temporal e espacial, o tamanho da área remanescente e a interação entre os diferentes fatores de distúrbio. Nesse contexto, o período durante o qual um fragmento florestal foi ou está sendo submetido a perturbações, bem como a natureza pontual ou recorrente dessas perturbações, pode conduzir a respostas diferenciadas na estrutura e dinâmica dos fragmentos.

Um primeiro indício de perturbação é observado na configuração das bordas. Todos os fragmentos analisados nesta pesquisa exibiram limites abruptos. Tais limites demonstram a criação de fronteiras artificiais e alterações antrópicas, uma vez que, limites naturais geralmente se manifestam como gradientes suaves.

Além das bordas abruptas, a maioria dos pontos amostrados se encontram em contato com matrizes antrópicas, de plantações agrícolas. Apenas um local amostrado (Fragmento 2 - ponto 2) tem por limite o rio Corumbataí.

A presença de uma plantação agrícola, como limite de um fragmento florestal pode ter várias implicações ecológicas, ambientais e socioeconômicas. Em Fênix-PR, a maior parte das plantações são da cultura da soja, como discutido no capítulo anterior. Atualmente esse tipo de cultura utiliza grandes quantidades de pesticidas e fertilizantes nas plantações, o que pode

causar a poluição da água e do solo no fragmento florestal adjacente, afetando a qualidade do ambiente.

Em estudo realizado em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, no estado de São Paulo, Rodrigues et al. (2022) verificaram o efeito de borda sobre fragmentos inseridos em matrizes de cana-de-açúcar, pastagem e eucalipto. O resultado obtido foi o de que as áreas de floresta circundadas pela presença de *Eucalyptus* exibiram uma maior diversidade de espécies, uma dominância reduzida e uma menor ocorrência de espécies pioneiras. Esses padrões indicam um nível mais avançado de proteção e um estágio mais progressivo de sucessão ecológica. A adoção de árvores nas proximidades da matriz dos fragmentos florestais pode ser uma estratégia viável para estabelecer e manter uma condição florestal estável e contínua. Essa abordagem contribui não apenas para aumentar a proteção desses remanescentes florestais, mas também oferece benefícios ecológicos substanciais.

Vandermeer (2011) afirma que a biodiversidade do fragmento pode ser gerida pelo agroecossistema circundante. As plantações agrícolas frequentemente abrigam espécies invasoras que podem se espalhar para o fragmento florestal e competir com espécies nativas, alterando a composição e a dinâmica da flora e fauna.

Segundo Sampaio (2011), a influência da matriz pode ser decisiva para a autossustentabilidade do remanescente. Quando a plantação agrícola age como uma barreira efetiva, ela pode causar isolamento genético das populações de organismos dentro do fragmento florestal. Isso pode levar a problemas genéticos e à diminuição da capacidade de adaptação das espécies. O efeito de borda e a falta de conexão podem transformar um fragmento em um verdadeiro “deserto verde”, em decorrência da falta de diversidade biológica.

Neste trabalho não foram realizadas comparações em relação à matriz circundante, uma vez que, em sua totalidade, os fragmentos encontram-se em matrizes de plantações de soja. Mas esse fator é apontado neste texto como de importância na elaboração de políticas ambientais, uma vez que ações de adaptação como a construção de um “corredor” de espécies florestais comerciais deve ser considerado para manutenção e conservação dos fragmentos.

A seguir, iremos discutir as características de cada fragmento onde serão apresentados os resultados das observações em campo, assim como a relação destes resultados com a estrutura do fragmento.

5.2.1. Fragmento 1 – Sítio Stevanato

O Fragmento 1 (Figura 40 e Figura 41) trata-se de uma reserva legal de 1,55 hectares e é classificado como pequeno. O mesmo está localizado em área rural em matriz de uso agrícola, circundado por plantações de soja, trigo e milho a depender da estação. Seu formato é retangular e apresenta bordas abruptas na delimitação com a matriz. Em conversa informal com o proprietário soube-se que, embora a vegetação seja nativa, o fragmento passou por diversas perturbações, como a ocorrência de queimadas não intencionais e a retirada seletiva de árvores, principalmente de espécies com madeira considerada nobre.

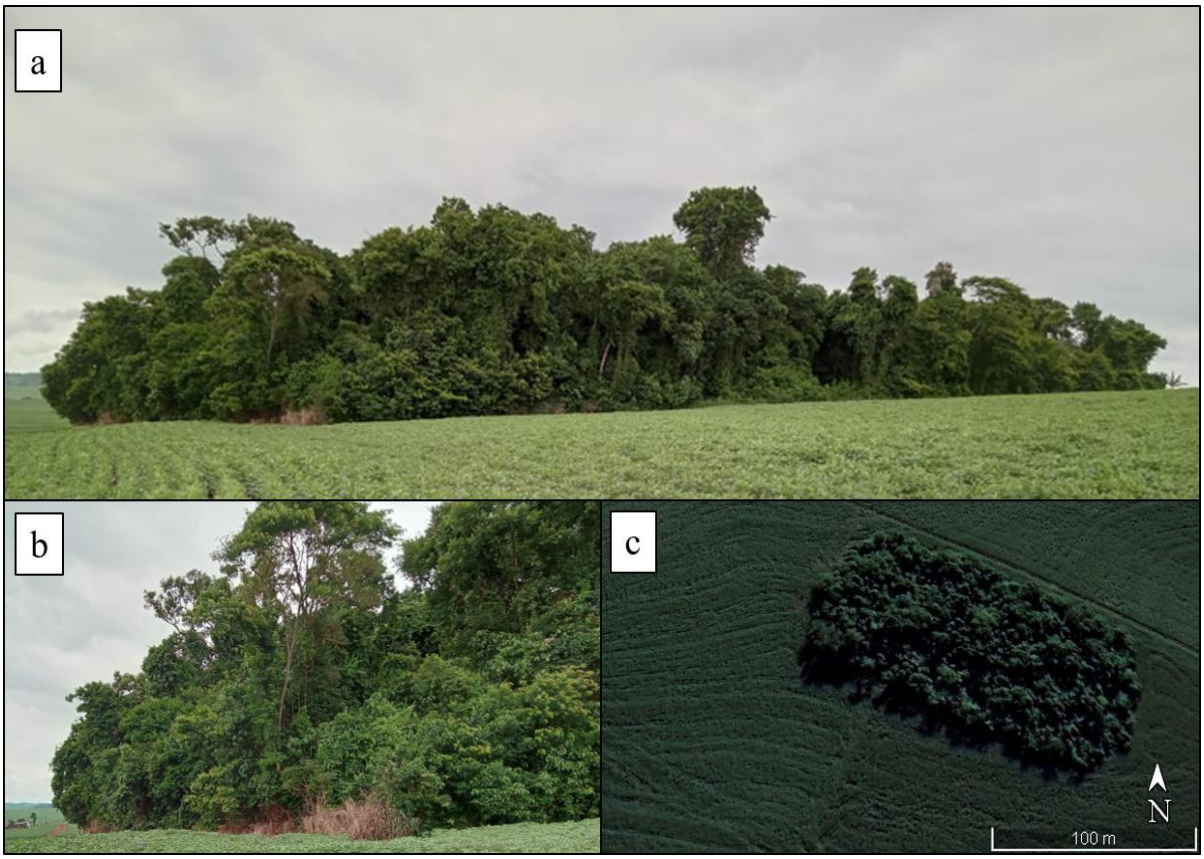

Figura 40. Fragmento 1. A- Visão lateral do fragmento; b- borda e c- Imagem de satélite, visão superior do fragmento. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Figura 41. Fragmento 1. a, b e c – Bordas do fragmentos; d- Interior do fragmento. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Esse fragmento encontra-se parcialmente isolado, estando a 200 metros de distância de um corredor e a 600 metros de outro fragmento pequeno. Apesar de isolado, são avistados animais como quatis, serpentes e pássaros. O fragmento pode ser considerado um "*step stone*" ou trampolim de algumas espécies de fauna.

Na Figura 42 está representada a disposição das árvores nas parcelas e o Quadro 13 apresenta a identificação das espécies e número de DAP.

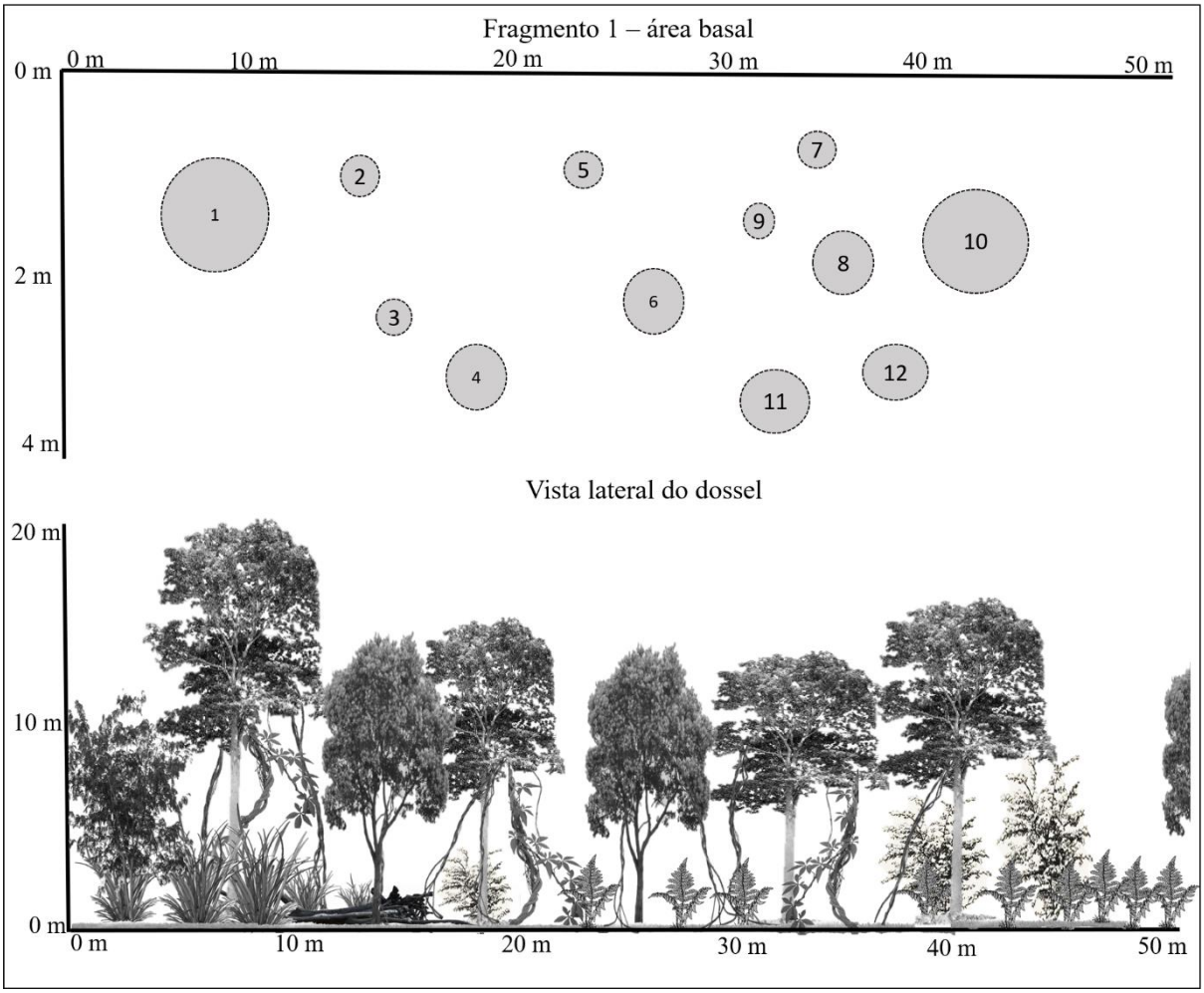

Figura 42. Distribuição arbórea no transecto no fragmento 1. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Quadro 13. Indivíduos arbóreos do Fragmento 1

Parcela	Individuo	Família	Espécie	DAP (cm)
1	1	Moraceae	*Maclura tinctoria*	48,41
2	2	Anonacea	*Annona cacans*	9,24
2	3	Sapindaceae	*Serjania* Sp.	4,46
2	4	Rutaceae	-	15,92
3	5	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	3,50
3	6	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	12,74
4	7	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	4,14
4	8	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	7,64
4	9	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	3,18
4	10	Fabaceae	*Cassia ferruginea*	40,45
4	11	Fabaceae	*Cassia ferruginea*	19,11
4	12	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	5,41

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Foram contabilizados os seguintes resultados em relação ao DAP Médio dos indivíduos: Parcela 1 – 48,41 cm; Parcela 2 – 9,87; Parcela 3- 8,12; Parcela 4: 13,32; e na parcela 5 não foi contabilizado nenhum individuo arbóreo. O DAP Médio foi de 14,52 cm.

A família Meliaceae se destaca pelo maior número de ocorrências (5 indivíduos). Em relação ao diâmetro, à altura do peito (DAP), destacaram-se na Parcela 1 o Indivíduo 1 (*Maclura tinctoria)* com DAP 48,41 cm, na parcela 4 o Indivíduo 10 (*Cassia ferrugínea*) com DAP de 40,45 cm e também na parcela 4 o Indivíduo 11 (*Cassia ferrugínea*) com DAP 19,11 cm.

Destaca-se que não foram identificadas plantas arbustivas ou arbóreas na Parcela 5. Entre 40 e 50 metros observou-se uma clareira no fragmento, neste ponto há grande presença de pteridófitos terrestres.

A altura média do dossel foi de 17 metros de altura, com uma fisionomia variando entre arbustiva e lenhosa, variando entre 1 e 2 estratos. Foram observadas muitas lianas herbáceas em todo o transecto, enquanto a presença de epífitas foi rara (apenas briófitas). Em relação a serapilheira, a mesma é presente e contínua, mas forma uma camada pouco decomposta.

5.2.2. Fragmento 2 – Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo (PEVRES)

O Fragmento 2 (Figura 43, 44 e 45) trata-se do Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, classificado como grande por possuir área de 360 hectares. Localizado a menos de 1 km da área urbana, suas bordas têm por contato áreas agrícolas e rios. Dois pontos foram amostrados nesse fragmento, como indicado na Figura 43.

Figura 43. Pontos em que foram realizados os transectos. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Figura 44. Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo. Fonte: Google Earth (2023).

Figura 45. Fotografias do Parque Estadual Vila Rica do Espirito Santo. A- Entrada do Parque; B, C e D – Laterais externas do Parque; E – Lago no interior do Parque e F- Museu no interior do Parque.

Fragmento 2 - Ponto 1

A quantidade total de árvores foi de 51 indivíduos. Na Figura 46 e no Quadro 14 foi demonstrada a distribuição espacial das espécies assim como a identificação de cada indivíduo.

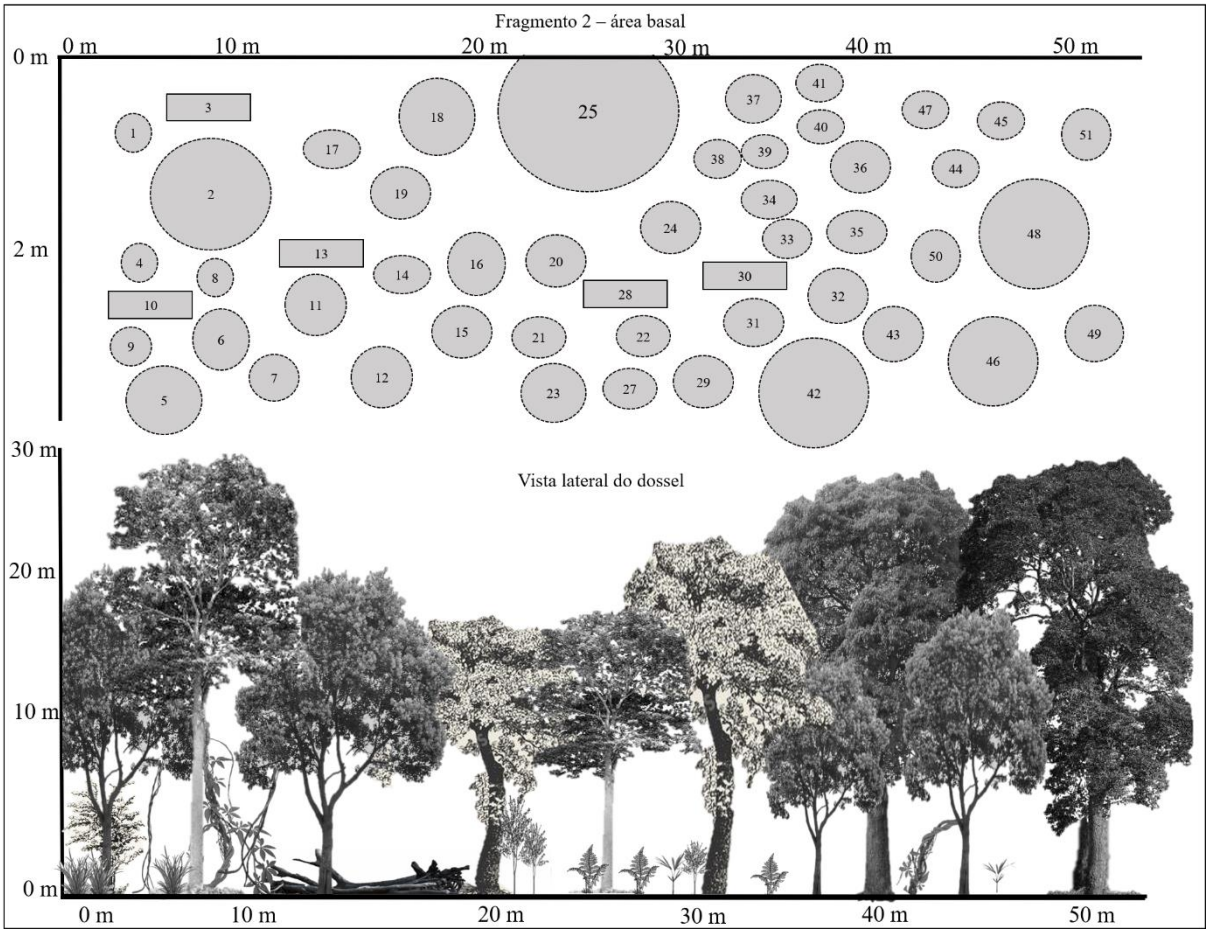

Figura 46. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 1. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Quadro 14. Indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 1.

Parcela	Individuo	Família	Espécie	DAP (cm)
1	1	Lauraceae	*Ocotea puberula*	3,18
1	2	Lauraceae	*Ocotea puberula*	30,89
1	3		Liana Lenhosa	9,55
1	4	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	2,87
1	5	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	29,62
1	6	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	14,65
1	7	Myrtaceae	*Campomanesia guaviroba*	10,51
1	8	Lauraceae	*Nectandra megaponica*	2,87
1	9	Lauraceae	*Nectandra megaponica*	8,60
1	10		Liana lenhosa	4,46
2	11	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	10,19
2	12	Fabaceae	*Anadenanthera colubrina*	12,42
2	13		Liana Lenhosa	2,87
2	14	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	3,18

2	15	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	8,28
2	16	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	9,55
2	17	Fabaceae	*Inga marginata*	3,82
2	18	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	15,29
2	19	Araliaceae	*Dendropanax cuneatus*	6,69
3	20	Araliaceae	*Dendropanax cuneatus*	9,55
3	21	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	4,78
3	22	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	4,78
3	23	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	13,38
3	24	Meliaceae	*Trichilia catigua*	11,78
3	25	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	183,44
3	26	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	8,92
3	27	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	5,10
3	28		Liana Lenhosa	3,18
4	29	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	4,46
4	30		Liana Lenhosa	7,32
4	31	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	11,15
4	32	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	8,60
4	33	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	3,18
4	34	Fabaceae	*Dahlstedtia floribunda*	8,28
4	35	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	5,41
4	36	Arecaceae	*Euterpe edulis*	6,37
4	37	Meliaceae	*Trichilia catigua*	8,92
4	38	Meliaceae	*Trichilia catigua*	3,18
4	39	Meliaceae	*Trichilia catigua*	3,18
4	40	Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	3,18
4	41	Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	2,23
4	42	Annonaceae	*Annona cacans*	41,08
4	43	Lauraceae	*Ocotea puberula*	8,60
5	44	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	3,18
5	45	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	3,82
5	46	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	14,01
5	47	Myrtaceae	*Campomanesia guaviroba*	4,14
5	48	Fabaceae	*Senegalia polyphylla*	28,66
5	49	Fabaceae	*Inga marginata*	4,78
5	50	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	3,82
5	51	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	7,32

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

No Ponto 1 foram contabilizados os seguintes resultados em relação ao DAP Médio dos indivíduos: Parcela 1 – 11,72 cm; Parcela 2 - 8,03 cm; Parcela 3- 27,21 cm; Parcela 4 - 8,41 cm; Parcela 5 – 8,72 cm. O DAP Médio do transecto foi de 12,36 cm.

A Família que mais se destacou em quantidade foi Meliaceae (17 indivíduos). Em relação aos indivíduos que se destacaram por tamanho (DAP): Na Parcela 3, o Indivíduo 25 (*Gallesia integrifolia*) com DAP de 183,44; na Parcela 4, o Indivíduo 42 (*Annona cacans*) com DAP de 41,08 cm; na Parcela 1 o Indivíduo 2 (*Ocotea puberula*) com DAP de 30,89.

Em todas as parcelas, a vegetação apresentou um dossel de ~20 metros, fisionomia de vegetação arbórea dominante com dossel fechado e mais de 2 estratos bem definidos. Há a presença de lianas lenhosas em todo o seguimento, e as lianas herbáceas são mais presentes na borda (0-10 metros) e de 90 -100 metros, onde observou-se uma Peroba caída, apresentando uma clareira. Nessa parcela de clareira, observou-se uma pequena elevação da temperatura, assim como a presença abundante de pteridófitas terrícolas. A serapilheira está presente em todo o seguimento, apresentando intensa decomposição.

Fragmento 2 - Ponto 2

No segundo ponto (Figura 47 e 48) a quantidade total de árvores foi de 47 indivíduos no transecto. Na Figura 47 foi demonstrada a distribuição espacial das espécies arbóreas, assim como a identificação de cada indivíduo (Quadro 15).

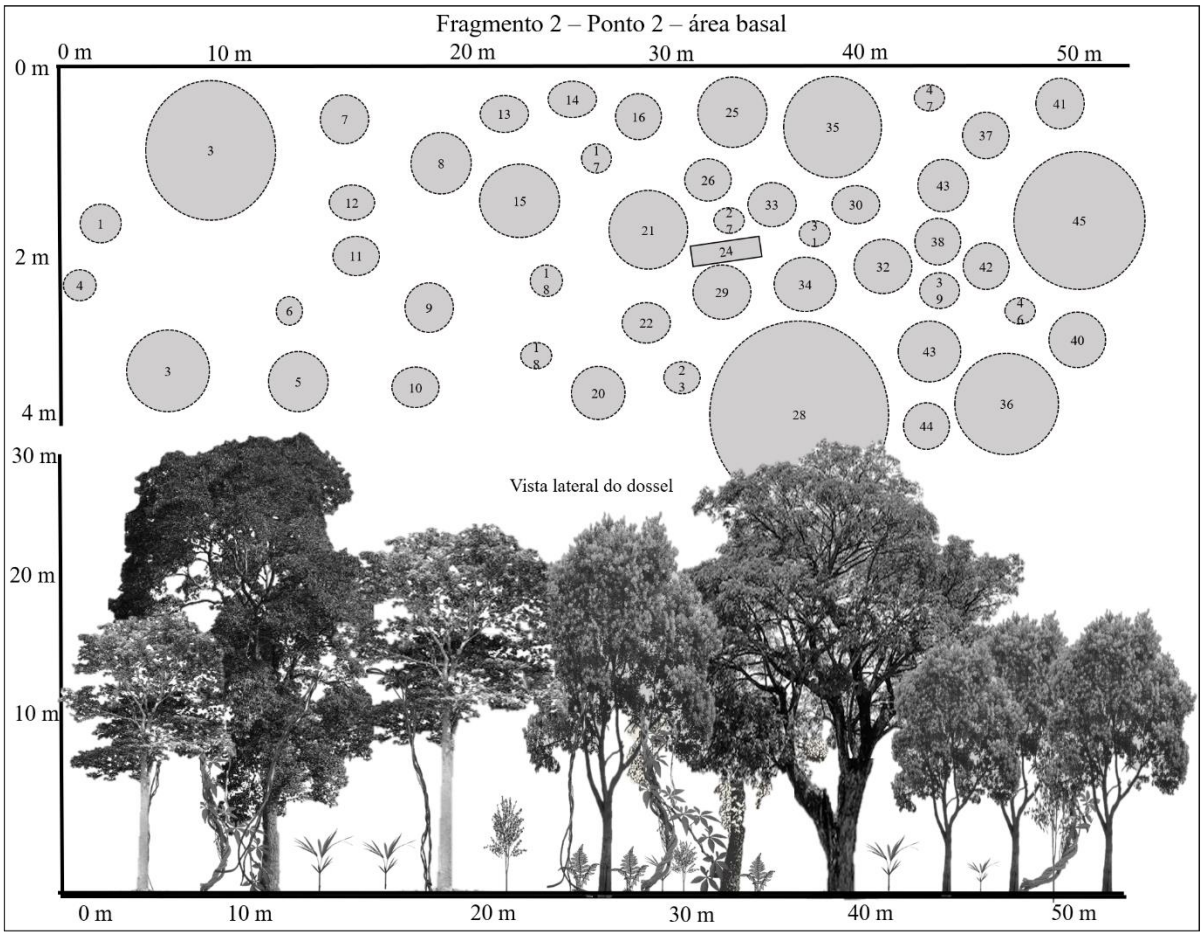

Figura 47. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 2. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Quadro 15. Indivíduos arbóreos do Fragmento 2 – ponto 2.

Parcela	Individuo	Família	Espécie	DAP (cm)
1	1	Euphorbiaceae	*Croton urucurana*	7,96
1	2	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	38,22
1	3	Moraceae	*Ficus guaranitica*	150,00
1	4	Moraceae	*Morus alba*	8,92
2	5	Moraceae	*Ficus guaranitica*	14,33
2	6	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	6,05
2	7	Caricaceae	*Jacaratia spinosa*	14,33
2	8	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	26,43
2	9	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	13,38
2	10	Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	7,96
2	11	Boraginaceae	*Cordia ecalyculata*	4,78
2	12	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	4,78
3	13	Fabaceae	*Inga marginata*	4,78
3	14	Fabaceae	*Inga marginata*	8,92
3	15	Fabaceae	*Inga marginata*	27,71
3	16	Lauraceae	*Nectandra megapotamica*	10,19
3	17	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	3,82
3	18	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	3,82
3	19	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	4,46
3	20	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	9,24
3	21	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	19,75
3	22	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	11,15
3	23	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	4,46
4	24		Liana Lenhosa	12,10
4	25	Fabaceae	*Dahlstedtia floribunda*	23,89
4	26	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	12,42
4	27	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	6,37
4	28	Moraceae	*Ficus guaranitica*	159,87
4	29	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	19,11
4	30	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	11,15
4	31	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	3,82
4	32	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	20,70
4	33	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	12,74
4	34	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	16,56
4	35	Fabaceae	*Myrocarpus frondosus*	32,48
5	36	Fabaceae	*Myrocarpus frondosus*	41,40
5	37	Myrtaceae	*Psidium cattleyanum*	9,87
5	38	Myrtaceae	*Psidium guajava*	7,96
5	39	Myrtaceae	*Psidium guajava*	6,37
5	40	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	30,25
5	41	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	23,89
5	42	Fabaceae	*Myrocarpus frondosus*	10,19
5	43	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	27,07
5	44	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	7,96
5	45	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	73,25
5	46	Caricaceae	*Jacaratia spinosa*	4,78
5	47	Annonaceae	*Annona mucosa*	7,32

Figura 48. Fragmento 2. a, b – Epífitas; c- Interior do fragmento; d- *Ficus guaranítica;* e, f – Lianas lenhosas g- Rutaceae; h- Muda de *Euterpe edulis;* i- Flores de *Guarea kunthiana*. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Foram contabilizados os seguintes resultados em relação ao DAP Médio dos indivíduos: Parcela 1 – 51,27 cm; Parcela 2 – 11,50 cm; Parcela 3 – 9,84 cm; Parcela 4 - 27,60 cm; Parcela 5 – 20,85. O DAP Médio do transecto foi de 21 cm.

A Família que mais se destacou em quantidade foi Moraceae (12 indivíduos), presente em todas as parcelas. E em relação aos indivíduos que se destacaram por tamanho (DAP): Na Parcela 3, o Indivíduo 28 (*Ficus guaranitica*) com DAP de 159,87; na Parcela 4, o Indivíduo 28 (*Ficus guaranitica*) com DAP de 150,00 e na Parcela 5 o Indivíduo 45 (*Gallesia integrifolia*) com DAP de 73,25.

Há a presença de lianas lenhosas em todo o seguimento, e poucas lianas herbáceas. A serapilheira está presente em todo o seguimento, apresentando intensa decomposição. As parcelas entre 50-100 metros são configuradas por uma área de reflorestamento, realizado na década de 80. Anterior a esse reflorestamento, a área apresentava em suas proximidades ocupação humana, como moradias e uso agrícola. Nessas parcelas se observou um dossel entre 15 e 20 metros e menor quantidade de serapilheira.

Nas parcelas de 0-50 metros, a vegetação apresentou um dossel de ~25 metros, de 50-150 metros essa altura ficou entre ~20 metros, mas todo o transecto apresentou fisionomia de vegetação arbórea dominante com dossel fechado e mais de 2 estratos bem definidos.

5.2.3. Fragmento 3 – RPPN Bernard Philuppe Marie Philibert de Laguiche (Conde Laguiche - Cidade Real)

O Fragmento 3 (Figura 49, Figura 50 e Quadro 16) é classificado como grande por possuir área de 360 hectares, e o transecto analisado de 150 metros. Suas bordas têm por contato áreas agrícolas e o rio Ivaí, estando conectada com outros fragmentos por um corredor de vegetação ripária.

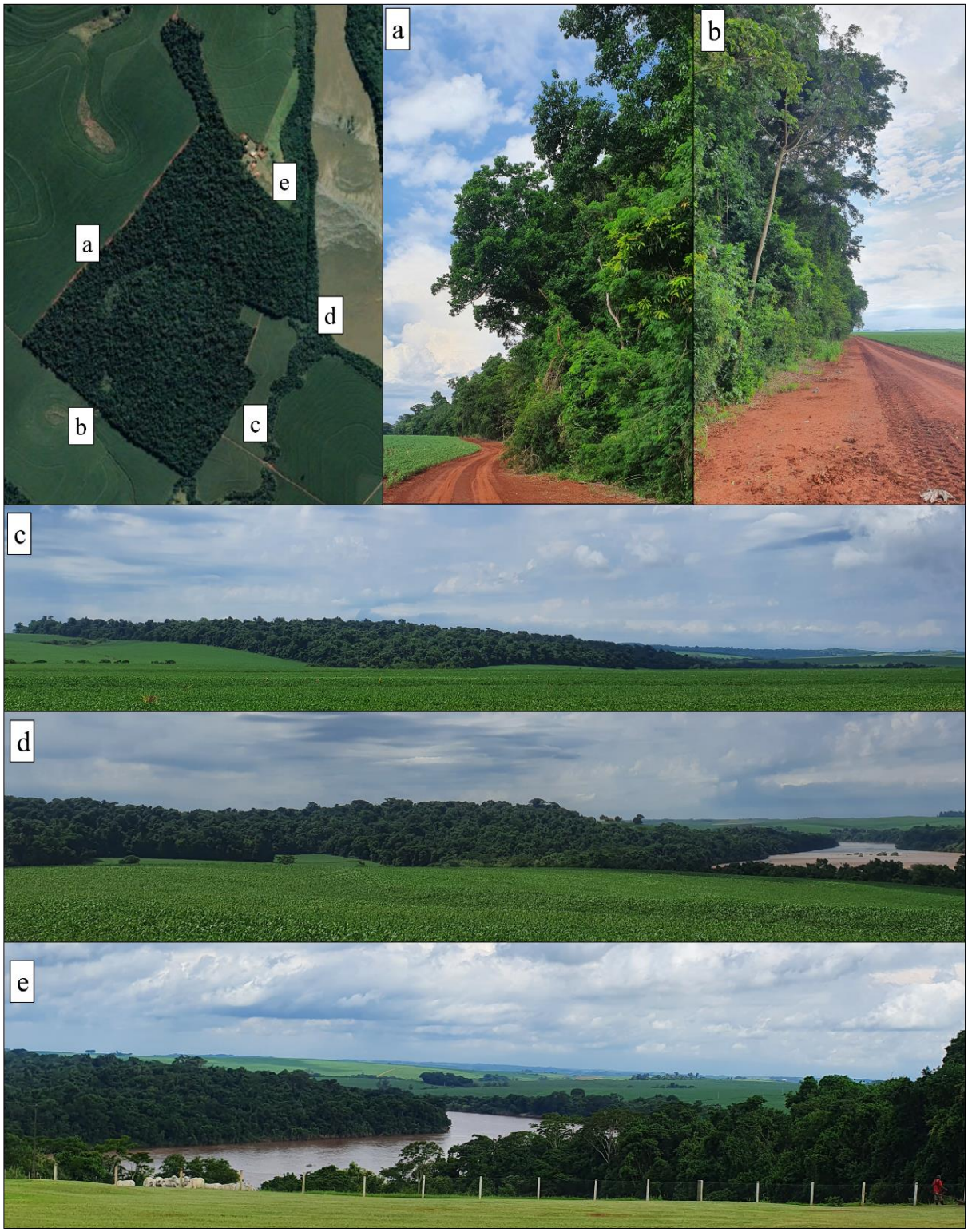

Figura 49. Bordas do Fragmento 3. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

A quantidade total de árvores no transecto foi de 36 indivíduos. Na Figura 50 foi demonstrada a distribuição espacial destas, assim como a identificação de cada indivíduo (Quadro 16).

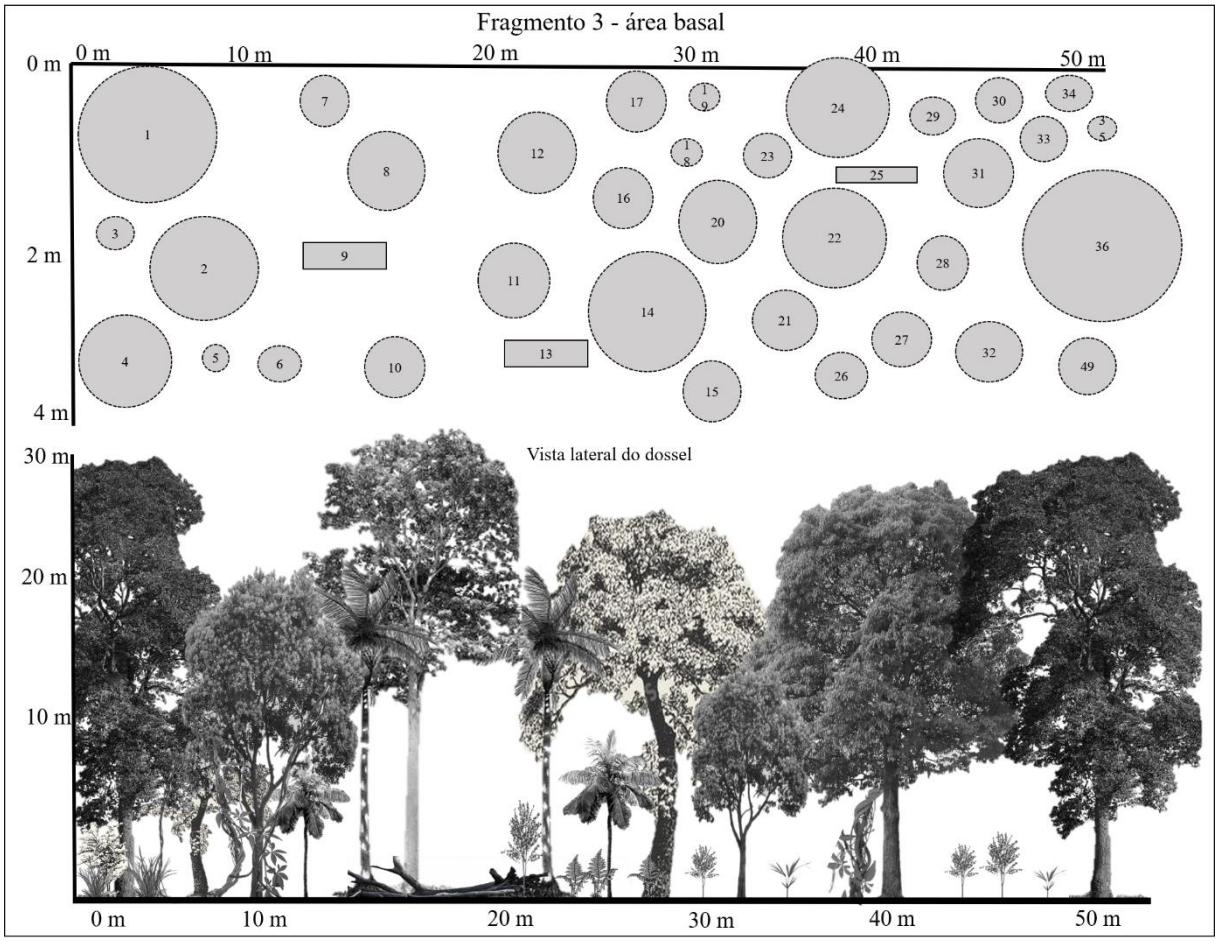

Figura 50. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 3. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Quadro 16. Indivíduos arbóreos do Fragmento 3.

Parcela	Individuo	Família	Espécie	DAP (cm)
1	1	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	146,50
1	2	Moraceae	*Ficus guaranitica*	89,17
1	3	Fabaceae	*Cassia ferruginea*	6,69
1	4	Fabaceae	*Parapiptadenia rigida*	32,48
1	5	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	3,82
2	6	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	9,87
2	7	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	11,15
2	8	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	30,25
2	9		Liana Lenhosa	7,01
2	10	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	14,33
3	11	Arecaceae	*Euterpe edulis*	21,66
3	12	Arecaceae	*Euterpe edulis*	13,69
3	13		Liana Lenhosa	4,78
3	14	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	64,33
3	15	Celastraceae	*Maytenus ilicifolia*	14,33
3	16	Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	14,33
3	17	Fabaceae	*Inga striata*	14,33
3	18	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	3,18

3	19	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	5,73
3	20	Fabaceae	*Inga striata*	19,11
4	21	Arecaceae	*Euterpe edulis*	13,38
4	22	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	27,07
4	23	Fabaceae	*Inga marginata*	10,19
4	24	Fabaceae	*Inga marginata*	23,89
4	25		Liana Lenhosa	4,78
4	26	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	7,96
4	27	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	15,29
5	28	Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	12,42
5	29	Fabaceae	*Inga striata*	7,32
5	30	Arecaceae	*Euterpe edulis*	10,19
5	31	Arecaceae	*Euterpe edulis*	21,97
5	32	Arecaceae	*Euterpe edulis*	15,61
5	33	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	10,19
5	34	Lauraceae	*Nectandra megapotamica*	6,37
5	35	Apocynaceae	*Aspidosperma polyneuron*	3,82
5	36	Moraceae	*Ficus guaranitica*	98,73

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Foram observados os seguintes resultados em relação ao DAP Médio dos indivíduos: Parcela 1 – 55,73 cm; Parcela 2 – 14,52 cm; Parcela 3 – 17,55 cm; Parcela 4 -14,65 cm; Parcela 5 – 20,74 cm. O DAP Médio do transecto foi de 22,66 cm.

A Família que mais se destacou em quantidade foi Fabaceae (9 indivíduos) seguida de Moraceae e Arecaceae (com 6 indivíduos cada). Em relação aos indivíduos que se destacaram por tamanho (DAP), observou-se que na Parcela 1, o Indivíduo 1 (*Gallesia integrifolia*) apresentou um DAP de 146,50, na Parcela 5 o Indivíduo 36 (*Ficus guaranitica*) com DAP de 98,73 e também na Parcela 1, o Indivíduo 2 (*Ficus guaranitica*) DAP de 89,17.

Em todas as parcelas a vegetação apresentou um dossel de ~25 metros, fisionomia de vegetação arbórea dominante com dossel fechado e mais de 2 estratos bem definidos. Há a presença de lianas lenhosas em todo o seguimento e de lianas herbáceas nas parcelas de 0 a 15 metros, e nas áreas de clareiras. A serapilheira está presente em todo o seguimento apresentando intensa decomposição. Nas parcelas entre 30-40, 90-100 metros foram observadas clareiras em decorrência de árvores mortas. Esse fragmento foi o único a apresentar indivíduos das espécies *Euterpe edulis* (Palmito Jussara) e *Aspidosperma polyneuron* (Peroba) em fase adulta e jovens.

A presença proeminente da família Moraceae em várias parcelas, juntamente com a ocorrência de espécies como *Gallesia integrifolia*, *Aspidosperma polyneuron*, *Ficus guaranítica* e *Euterpe edulis*, ressalta a riqueza botânica presente nesse fragmento. A diversidade de formas de vida e o destaque de indivíduos com DAP alto contribuem para uma

compreensão mais abrangente da biodiversidade nesse ponto específico, enriquecendo a caracterização geral dos ecossistemas estudados.

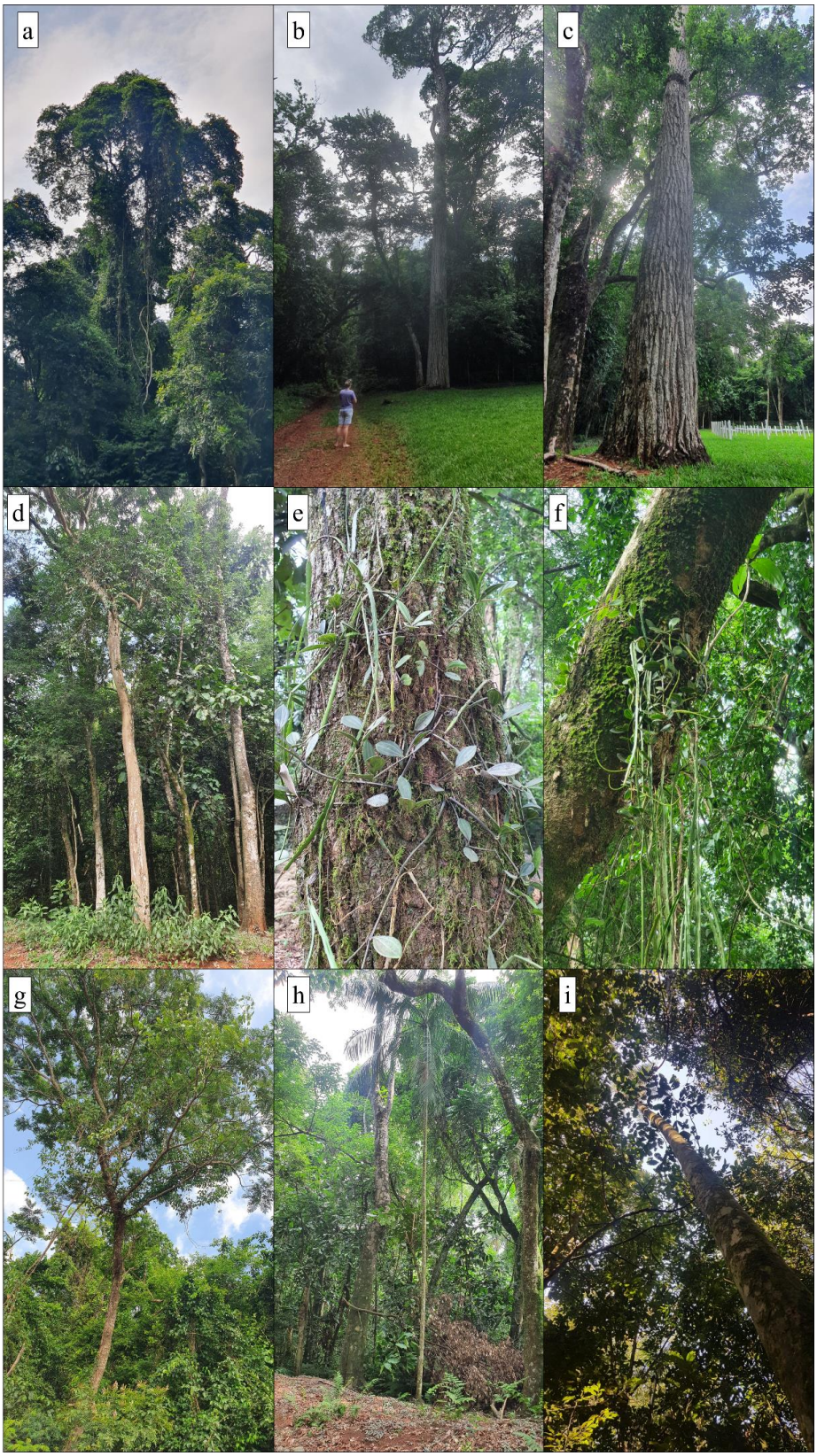

Figura 51. Espécies arbóreas encontradas no Fragmento 3. a,b, c - *Aspidosperma polyneuron*; d,g – Individuos arbóreos na borda; e, f-Epífitas; h,i - *Euterpe edulis*. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

5.2.4. Fragmento 4 – RPPN Ivan Luís de Castro Bittencourt

O Fragmento 4 (Figura 52) possui área de 24,67 hectares e é classificado como médio. Está localizado em área rural em matriz de uso agrícola, circundado por plantações de soja, trigo e milho a depender da estação. Seu formato é retangular, apresenta bordas abruptas na delimitação com uma estrada rural e está conectado à vegetação ripária do rio Ivaí. Esse fragmento encontra-se conectado com os fragmentos grandes (Fragmento 2 e 3) (Figura 53).

Figura 52. Unidade de Conservação RPPN Ican Luis de Castro Bittencourt. A e C – Laterais da Unidade; B – Placa de identificação; D- Estrada de acesso ao interior da RPPN. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

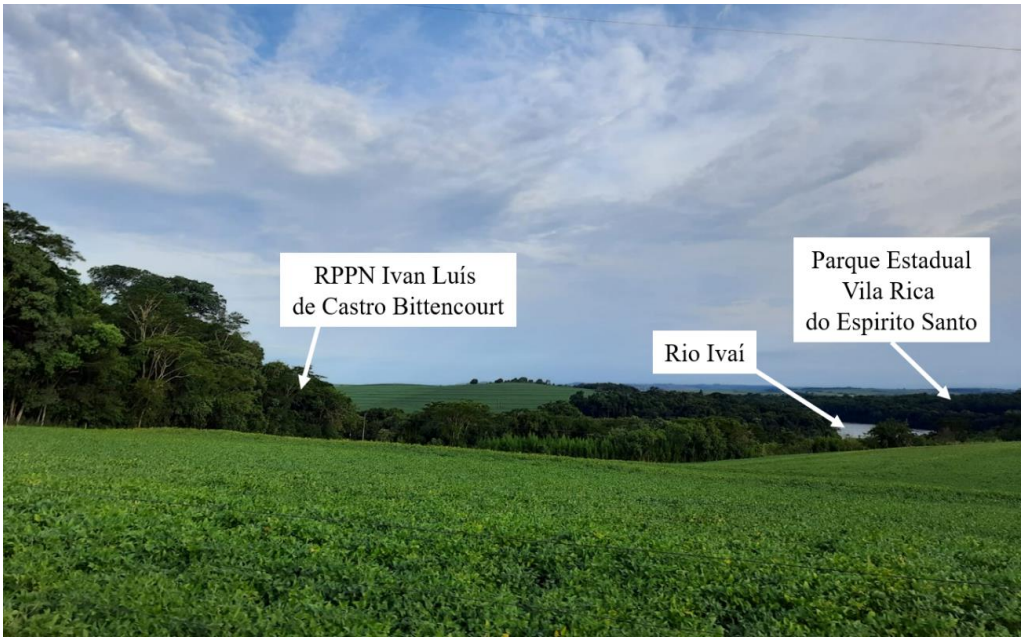

Figura 53. Proximidade e corredor de ligação entre as UCs. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

O número total de árvores no transecto foi de 37 indivíduos e a distribuição desses está representada na Figura 54 e no Quadro 17, com a disposição das árvores nas parcelas assim como a identificação das espécies.

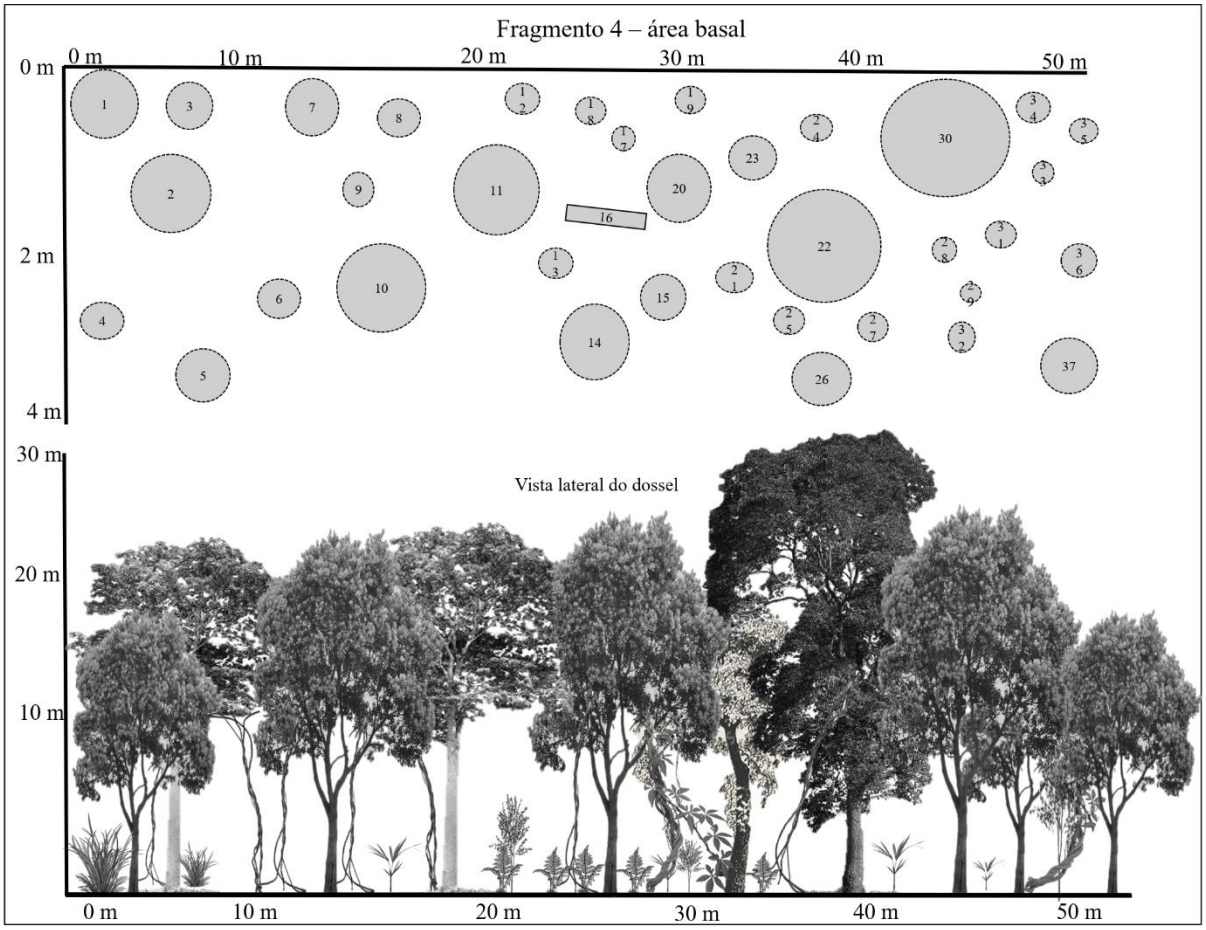

Figura 54. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 4. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Quadro 17. Indivíduos arbóreos do Fragmento 4.

Parcela	Indivíduo	Família	Espécie	DAP (cm)
1	1	Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	14,33
1	2	Fabaceae	*Myrocarpus frondosus*	27,71
1	3	Fabaceae	*Bauhinia forficata*	10,19
1	4	Rutaceae	-	18,79
1	5	Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	14,33
2	6	Fabaceae	Bauhinia forficata	11,78
2	7	Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	19,11
2	8	Annonaceae	*Annona mucosa*	7,96
2	9	Fabaceae	*Inga marginata*	5,73
2	10	Caricaceae	*Jacaratia spinosa*	31,21
3	11	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	29,30
3	12	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	3,82
3	13	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	4,14
3	14	Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	18,47
3	15	Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	6,69
3	16	-	Liana Lenhosa	7,01
3	17	Fabaceae	*Inga striata*	3,82
3	18	Fabaceae	*Inga striata*	7,32
3	19	Rutaceae	-	14,33
3	20	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	4,14
4	21	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	10,19
4	22	Moraceae	*Ficus guaranítica*	47,77
4	23	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	14,33
4	24	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	4,78
4	25	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	10,19
4	26	Fabaceae	*Inga marginata*	25,48
4	27	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	5,10
5	28	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	7,01
5	29	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	4,78
5	30	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	66,88
5	31	Fabaceae	*Inga marginata*	4,78
5	32	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	11,46
5	33	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	7,96
5	34	Fabaceae	*Inga marginata*	17,52
5	35	Myrtaceae	*Psidium cattleyanum*	4,78
5	36	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	7,01
5	37	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	5,10

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Foram observados os seguintes resultados em relação ao DAP Médio dos indivíduos: Parcela 1 – 17,07 cm; Parcela 2 – 15,16 cm; Parcela 3 – 9,90 cm; Parcela 4 -16,83 cm; Parcela 5 – 13,73 cm. O DAP Médio do transecto foi de 13,93 cm.

As famílias que se destacaram em quantidade nesse ponto form Fabaceae (9 indivíduos) e Meliaceae (7 indivíduos). Em relação aos indivíduos que se destacaram pelo tamanho (DAP), na Parcela 5 o Indivíduo 30 (*Gallesia integrifolia*) apresentou um DAP significativo de 18,47 cm, na Parcela 4, o Indivíduo 22 (*Ficus guaranitica*) com DAP de 47,77 cm e na Parcela 2 o Indivíduo 10 (*Jacaratia spinosa*) apresentou DAP de 31,21 cm.

Foram observadas lianas herbáceas de 0-20 metros, enquanto no interior do fragmento houve a presença de lianas lenhosa. Apresentou fisionomia arbórea com mais de 2 estratos, altura média do dossel próxima a 20 metros e poucas epífitas foram observadas (apenas briófitas e pteridófitas). Em relação a serapilheira, a mesma é presente, apresentando variações em sua decomposição, sendo menos decomposta de 0-30 metros.

5.2.5. Fragmento 5 – Reserva Bonina

O fragmento 5 (Figura 55 e 57) possui tamanho de 3,05 hectares e também é classificado como pequeno. Está localizado na área rural, na intersecção de uma estrada rural com a rodovia. A matriz circundante é agrícola, composta por plantações de soja, trigo e milho a depender da estação. Seu formato é triangular e apresenta bordas abruptas na delimitação com a matriz. Esse fragmento encontra-se isolado, estando a 1 km de distância de outro fragmento também pequeno e a 150 metros de distância de uma turfeira coberta por gramíneas.

Figura 55. Imagem de satélite do Fragmento 5. Fonte: Google Earth (2023)

A quantidade total de árvores no transecto foi de 19 indivíduos e a distribuição desses está representada na Figura 56 e no Quadro 18, com a disposição das árvores nas parcelas assim como a identificação das espécies.

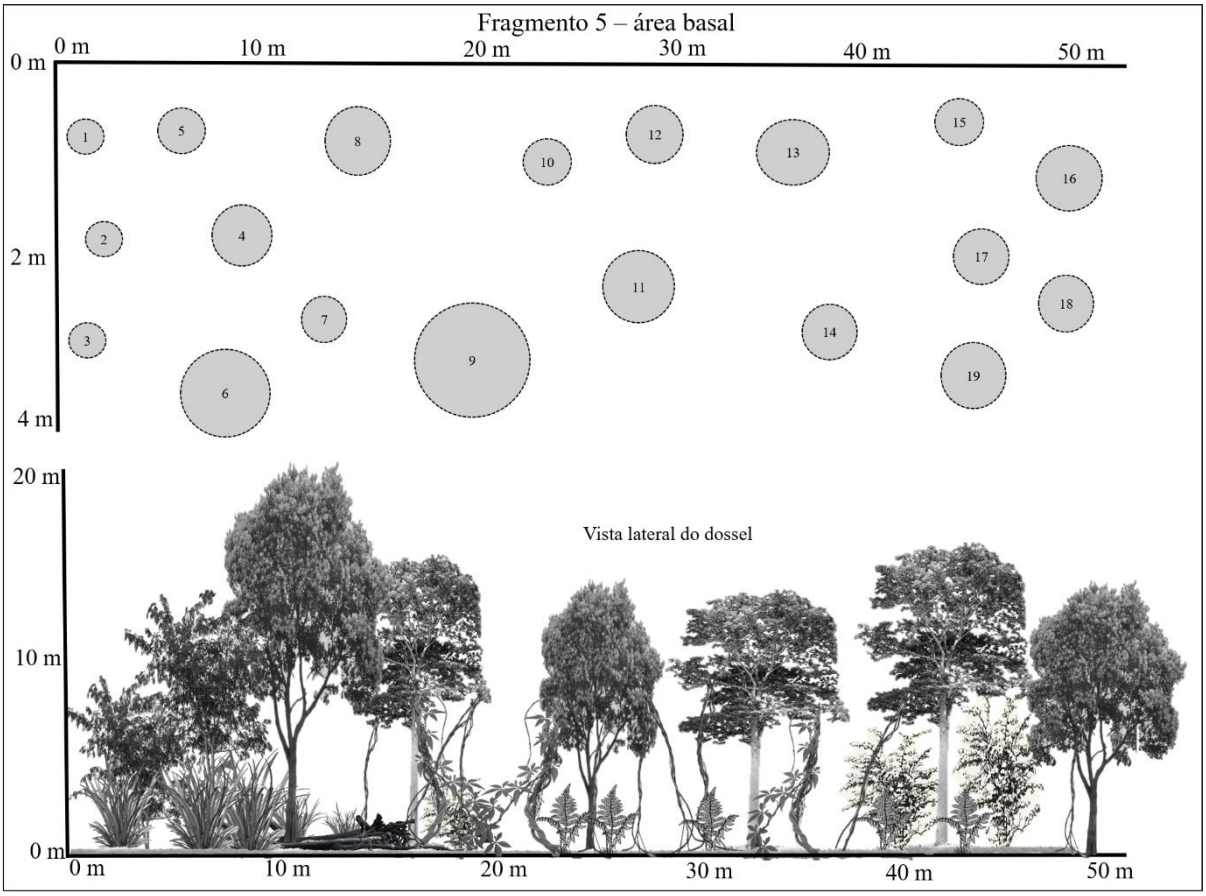

Figura 56. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 5. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Quadro 18. Indivíduos arbóreos do Fragmento 5.

Parcela	Individuo	Família	Espécie	DAP (cm)
1	1	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	5,41
1	2	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	4,46
1	3	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	3,82
1	4	Annonaceae	*Annona cacans*	10,83
1	5	Araliaceae	*Dendropanax cuneatus*	8,28
1	6	Moraceae	*Maclura tinctoria*	23,89
2	7	Rutaceae	-	7,01
2	8	Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	19,75
2	9	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	43,63
3	10	Rutaceae	-	11,46
3	11	Fabaceae	*Inga marginata*	23,89
3	12	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	14,33
4	13	Araliaceae	*Dendropanax cuneatus*	18,79
4	14	Araliaceae	*Dendropanax cuneatus*	10,83
5	15	Myrtaceae	*Eugenia involucrata*	8,28
5	16	Rutaceae	-	17,52
5	17	Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	10,83
5	18	Lauraceae	*Nectandra megapotamica*	10,19
5	19	Lauraceae	*Nectandra megapotamica*	15,29

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Figura 57. Fragmento 5 - a, b, c – Bordas do fragmento; d, f - *Bauhinia farficata* e Poaceae; e – *Cecropia*. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Foram observados os seguintes resultados em relação ao DAP Médio dos indivíduos: Parcela 1 – 9,45 cm; Parcela 2 – 23,46 cm; Parcela 3 – 16,56 cm; Parcela 4 -14,81 cm; Parcela 5 – 12,42 cm. O DAP Médio do transecto foi de 14,13 cm.

Os indivíduos que se destacaram foram o Indivíduo 9 (*Gallesia integrifolia*) com DAP de 43,63 cm na Parcela 2; Indivíduo 1 (*Maclura tinctoria*) com DAP de 23,89 na Parcela 1 e Indivíduo 11 (*Inga marginata*) com DAP de 23,89 na Parcela 3.

Neste fragmento foram observadas muitas espécies exóticas invasoras, principalmente na borda do fragmento, marcada pela presença de plantas do gênero *Leucaena.*

O fragmento apresentou fisionomia arbórea e arbustiva, variando entre 1 e 2 estratos. Foram observadas muitas lianas herbáceas em todo o fragmento, sem a presença de lianas lenhosa. As únicas epífitas observadas foram briófitas e pteridófitas. Em relação a serapilheira, a mesma é presente, mas forma uma camada pouco decomposta.

5.2.6. Fragmento 6 - RPPN José Cândido da Silva Muricy Neto

O fragmento 6 (Figura 58 e 59) faz parte de uma RPPN que está dividida em dois módulos. O módulo analisado possui área de 32,76 hectares, sendo classificado como médio. Ele está localizado em área rural em matriz de uso agrícola, circundado por plantações de soja, trigo e milho a depender da estação. Seu formato é irregular, apresenta bordas abruptas na delimitação com a matriz e desconectado da vegetação ripária vizinha (rio Arurão).

Figura 58. Fragmento RPPN José Cândido da Silva Muricy Neto. Fonte: Google Earth (2023)

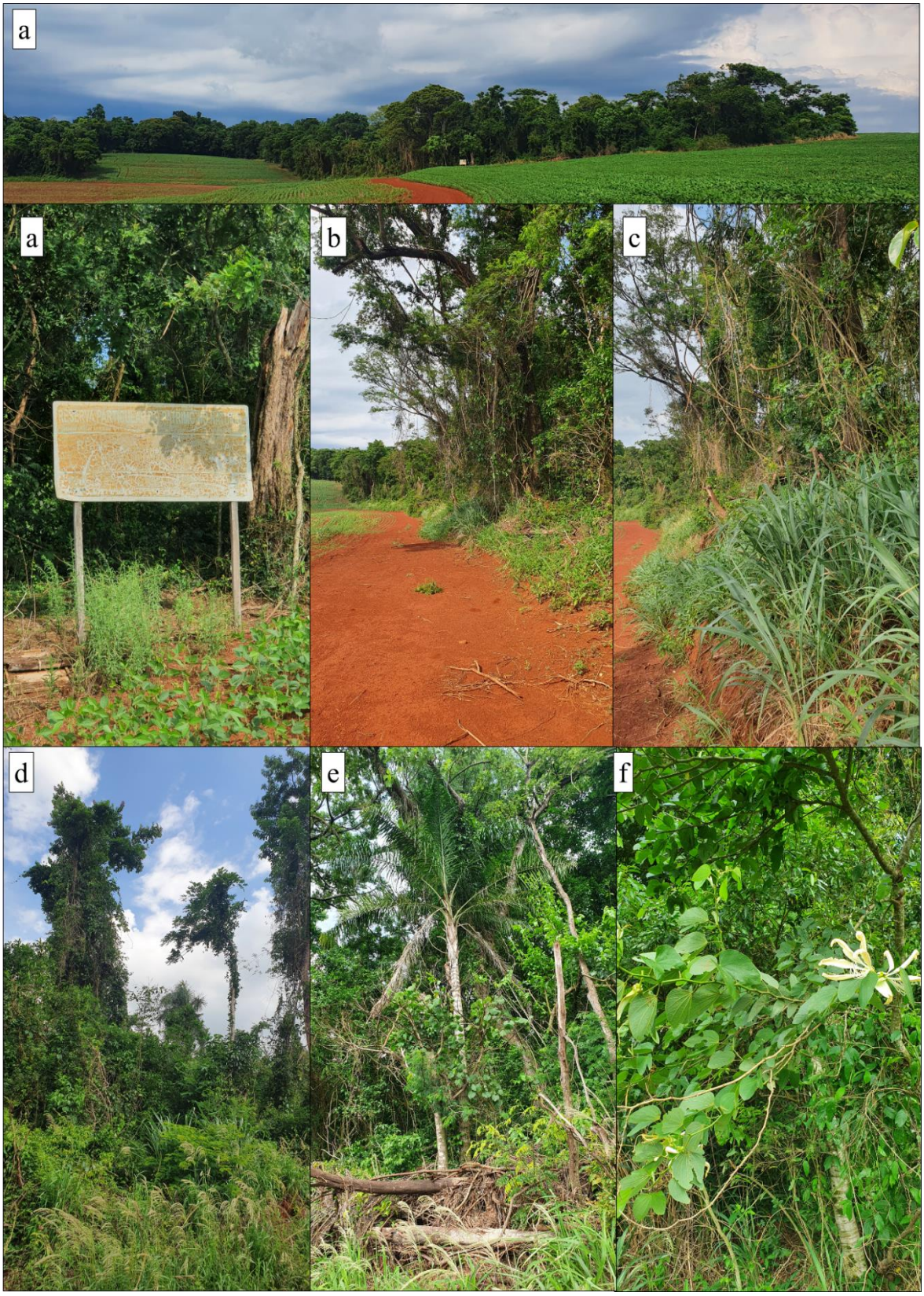

Figura 59. Bordas do Fragmento 6. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

A quantidade total de árvores no transecto foi de 39 indivíduos e a distribuição desses está representada na Figura 60 e no Quadro 19, com a disposição das árvores nas parcelas assim como a identificação das espécies.

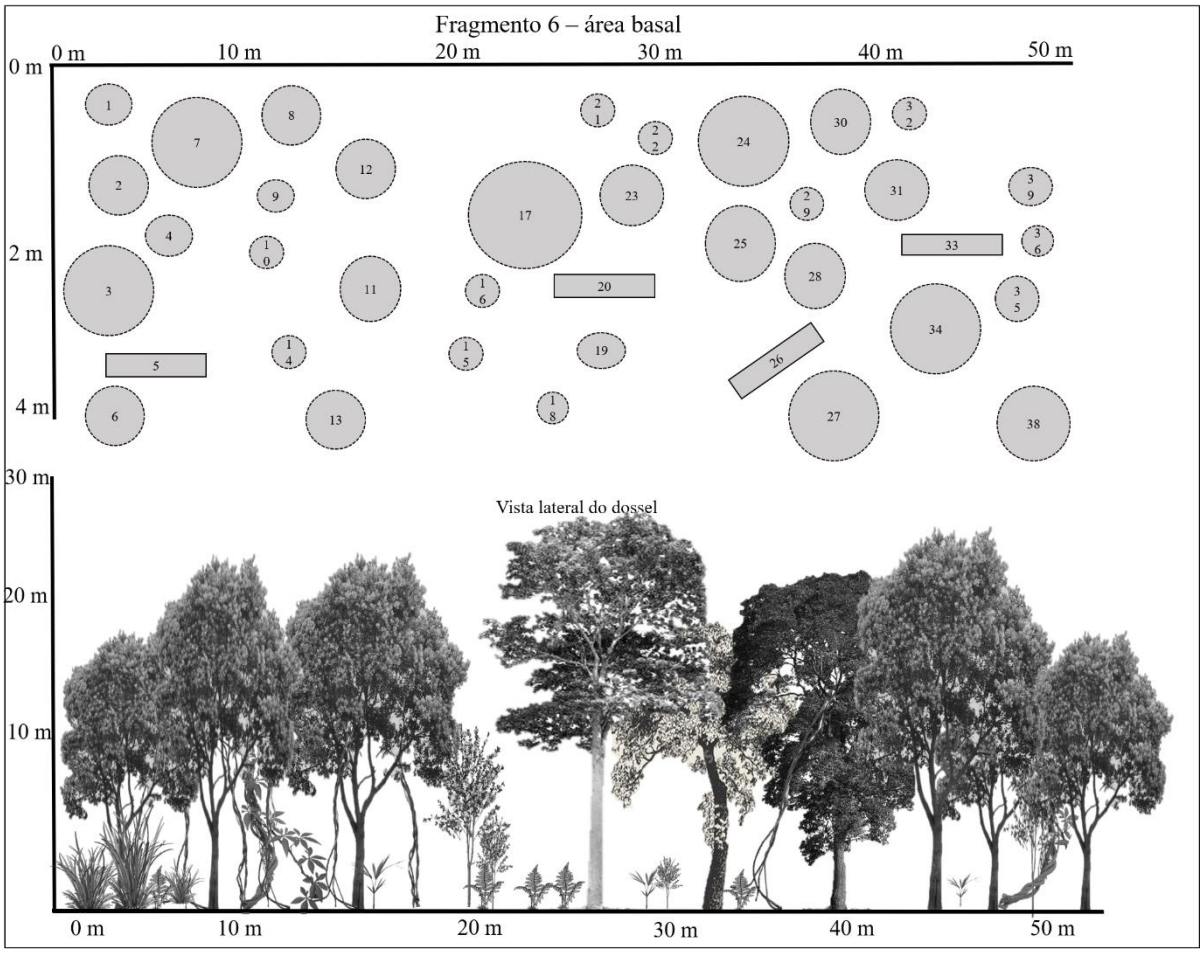

Figura 60. Distribuição dos indivíduos arbóreos do Fragmento 6. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023

Quadro 19. Indivíduos arbóreos do Fragmento 6

Parcela	Indivíduo	Família	Espécie	DAP (cm)
1	1	Fabaceae	*Bauhinia forficata*	10,19
1	2	Fabaceae	*Bauhinia forficata*	14,33
1	3	Fabaceae	*Inga marginata*	32,48
1	4	Fabaceae	*Inga marginata*	12,42
1	5	Rutaceae	-	5,10
1	6	Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	13,38
1	7	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	63,06
2	8	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	19,75
2	9	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	7,01
2	10	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	4,78
2	11	Meliaceae	*Gallesia integrifolia*	21,97
2	12	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	15,92
2	13	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	11,78
2	14	Lauraceae	*Nectandra megapotamica*	7,01
3	15	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	6,05
3	16	Meliaceae	*Guarea kunthiana*	11,46
3	17	Fabaceae	*Dahlstedtia floribunda*	49,68
3	18	Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	5,41

3	19	Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	9,55
3	20		Liana Lenhosa	11,46
3	21	Fabaceae	*Inga marginata*	7,01
3	22	Fabaceae	*Inga marginata*	12,42
3	23	Fabaceae	*Machaerium stipitatum*	21,66
4	24	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	30,89
4	25	Meliaceae	*Cabralea canjerana*	21,97
4	26		Liana Lenhosa	11,15
4	27	Phytolaccaceae	*Gallesia integrifolia*	32,48
4	28	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	18,15
4	29	Lauraceae	*Ocotea puberula*	12,42
4	30	Fabaceae	*Dahlstedtia floribunda*	27,07
5	31	Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum*	29,30
5	32	Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa*	12,42
5	33		Liana Lenhosa	11,15
5	34	Moraceae	*Ficus guaranitica*	27,39
5	35	Fabaceae	*Inga marginata*	11,15
5	36	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	4,78
5	37	Moraceae	*Sorocea bonplandii*	30,25
5	38	Lauraceae	*Ocotea puberula*	27,39
5	39	Lauraceae	*Ocotea puberula*	11,78

Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023

Foram observados os seguintes resultados em relação ao DAP Médio dos indivíduos: Parcela 1 – 21,57 cm; Parcela 2 – 12,60 cm; Parcela 3 – 14,97 cm; Parcela 4 -22,02 cm; Parcela 5 – 18,40 cm. O DAP Médio do transecto foi de 17,79 cm.

A família que se destaca em quantidade nesse ponto é a Fabaceae, evidenciando sua presença expressiva em todas as parcelas. Em relação aos indivíduos que se destacaram pelo tamanho (DAP), na Parcela 1, o Indivíduo 7 (*Gallesia integrifolia*) apresentou DAP significativo de 63,06 cm, na Parcela 3 o Indivíduo 17 (*Dahlstedtia floribunda*) com DAP de 49,68 cm, e também na Parcela 1, o Indivíduo 3 (*Inga marginata*) com DAP de 32,48 cm.

A altura média do dossel neste fragmento foi de ~17 metros, caracterizado por uma fisionomia arbórea com mais de 2 estratos. Foram observadas muitas lianas herbáceas na borda do fragmento, assim como nos primeiros 20 metros intercalas com a presença de lianas lenhosas. Foram observadas poucas epífitas, mas encontrou-se uma bromélia, além de briófitas e pteridófitas. Em relação a serapilheira, a mesma é presente com variações na espessura, nos primeiros 30 metros apresenta uma camada com média decomposição e de 40-50 metros alta decomposição.

5.2.7. Análise geral dos fragmentos

Em ambos os fragmentos de tamanho pequeno (1 e 5) observou-se muitas plantas típicas de ambientes alterados, como o capim colonião e muitas lianas herbáceas, principalmente nos primeiros 10 metros em relação à borda. Também se observou baixa frequência de árvores com DAP <10 cm e de espécies características da Floresta Estacional, como *Euterpe edulis* (palmito-

jussara) e *Aspidosperma polyneuron* (perobas). Não foi observada a presença de epífitas nesses fragmentos, a não ser poucos musgos. A serapilheira apresentou variação, mas não chegou a apresentar intensa decomposição em nenhuma parcela.

O estágio de sucessão dos fragmentos 1 e 5 foi classificado como de inicial a médio demonstrando que, embora seja uma floresta nativa, não se encontra em clímax florestal devido a seu histórico de perturbações e tamanho, estando o efeito de borda presente em todo o fragmento. Na Figura 61 está representado o ambiente observado na estrutura desses fragmentos.

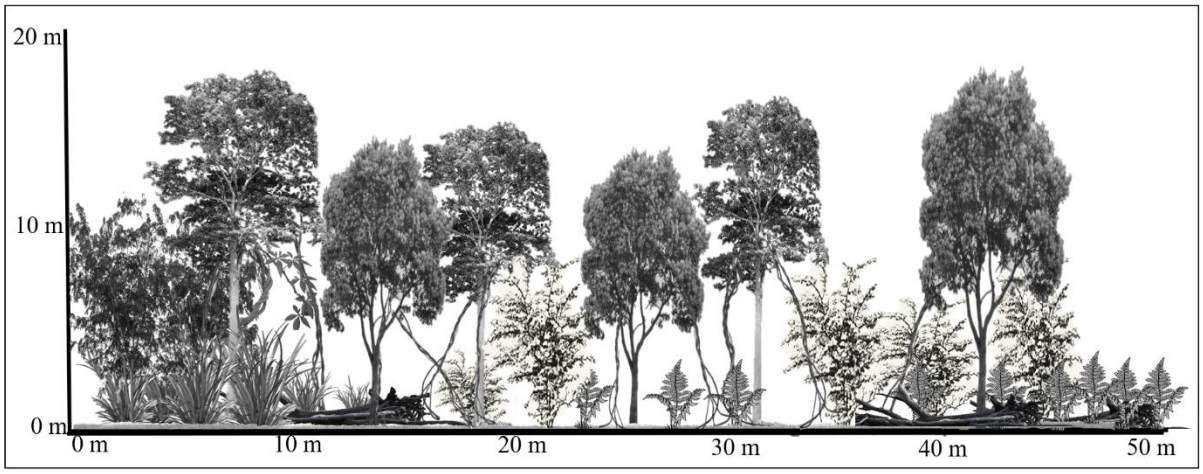

Figura 61. Perfil esquemático de um fragmento sob efeito de borda e em estágio médio de sucessão. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Em ambos os fragmentos de tamanho médio (4 e 6) observou-se nas bordas a presença de plantas pioneiras como a presença de lianas herbáceas, principalmente nos primeiros 10 metros em relação à borda. A frequência de árvores com DAP <3,18 cm (menor diâmetro considerado) foi muito maior que nos pequenos fragmentos assim como a quantidade total e indivíduos (38 indivíduos para o fragmento 4 e 39 para o fragmento 5). Não foram observados exemplares de *Euterpe edulis* (palmito-jussara) e *Aspidosperma polyneuron* (perobas) adultos, mas foram observadas importantes espécies da Floresta Estacional, como o Ingá e o Pau-d'alho. Foram observadas bromélias apenas no fragmento 6, mas em ambos os fragmentos foram observadas briófitas e pteridófitas epífitas. A serapilheira apresentou variações apresentando intensa decomposição nas parcelas de 10 a 50 metros. Em todas as parcelas a vegetação apresentou um dossel de aproximadamente 25 metros, fisionomia de vegetação arbórea dominante com dossel fechado e mais de 2 estratos bem definidos.

O estágio de sucessão dos fragmentos 2, 3, 4 e 6 foi classificado como de médio a avançado, estando todos em clímax florestal mesmo diante de seu histórico de perturbações. Na Figura 62 foi representado o ambiente observado na estrutura desses fragmentos.

Figura 62. Perfil esquemático de distribuição de árvores de fragmento de estágio avançado. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

Em relação à presença de espécies características da Floresta Estacional Semidecidual, apenas o fragmento 5 apresentou indivíduos adultos e jovens de Peroba-Rosa e de Palmito Jussara.

Aspidosperma polyneuron Müll. Arg. (Apocynaceae) popularmente conhecida por Peroba-Rosa é uma espécie que pode crescer até 50 metros de altura, com um diâmetro a altura do peito (DAP) que pode chegar a 390 centímetros (CARVALHO, 2008) e viver por mais de 1.200 anos (DURIGAN et al.,1997).

É uma espécie característica da Floresta Estacional Semidecidual, na formação montana e submontana (VELOSO et al., 1991). Segundo Caxambu, Romangnolo e Souza (2014) a espécie é uma das maiores árvores, senão a maior com essa formação, e em sua copa podem existir várias espécies de epífitas, como orquídeas, bromélias, cactos e musgos.

Euterpe edulis Mart. (Aracaceae), popularmente conhecido como Palmito Juçara em sua fase adulta, pode alcançar aproximadamente 15 metros de altura e apresentar um Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de cerca de 30 centímetros. Seu estipe é retilíneo, cilíndrico e, geralmente, solitário, embora em raras ocasiões possa ser cespitoso. A superfície do tronco é lisa e de tonalidade acinzentada, com a presença visível de um cone de raízes na base. A parte comestível do palmito-juçara é encontrada na seção verde ou, ocasionalmente, alaranjada no topo do tronco, situando-se entre o término desse e o ponto de origem das folhas, abrangendo uma extensão de 1,0 a 1,5 metros de comprimento (LOZENZI et al., 2004). Devido a presença de um único estipe, a planta é incapaz de rebrotar, o que resulta na morte da planta após a colheita do palmito (TSUKAMOTO FILHO et al., 2001). Seu crescimento anual médio é de 0,45 metros e sua produtividade varia consideravelmente, dependendo do estágio da floresta em que se encontra (REITZ,1974).

É uma espécie característica da Floresta Ombrófila Densa, nas formações Aluvial, Baixo-Montana, Montana e Submontana (BIGARELLA; KLEIN, 1978; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1988). Entretanto, segundo Carvalho (2008), na Floresta Estacional Semidecidual a espécie ocorre em matas ciliares ou em pequenas manchas onde o lençol freático é pouco profundo, inclusive o autor apresenta uma foto de *E. edulis* em Fênix-PR.

Ambas espécies citadas (*E. edulis* e *A. polyneuron*) testemunharam uma redução dramática em suas populações, não apenas em Fênix, mas em toda a Mata Atlântica. Segundo Klein (1985), nas florestas situadas em terra roxa estruturada, no norte do Paraná, *A. polyneuron* constituía de 60% a 80% da cobertura do estrato emergente. Atualmente, essa espécie, que demora cerca de 20 a 30 anos para começar a se reproduzir (DURIGAN et al., 1997), está cada vez mais escassa em nosso estado. Essa diminuição expressiva foi, em grande parte, resultado de práticas de exploração madeireira desenfreada e colheita, que ocorreram durante muitas décadas.

No fragmento 2 ocorre algo peculiar no que tange a existência dessas duas espécies. Em relação ao palmito-jussara, segundo o Plano de Manejo do Parque, os macacos da espécie *Sapajus nigritus*, popularmente conhecida por macaco-prego, tornaram-se predadores do palmito ainda jovem. Quando a muda atinge em torno de 40 cm, os macacos desfolham a copa e comem o palmito, matando a planta.

Esse problema foi relatado há mais de 20 anos no plano de manejo, em 2003, e até o momento não foi cessado, sendo muito raro encontrar indivíduos jovens e adultos nesse fragmento. Ou seja, hoje no parque há mais macacos do que palmitos, o que sugere a existência de poucas espécies predadoras dos primatas e que eles descobriram no palmito um alimento atrativo. A maior parte das muitas mudas que são encontradas, provavelmente, são de dispersão de sementes realizadas por pássaros, proveniente do Fragmento 3 (RPPN Bernard Philuppe Marie Philibert de Laguiche). A proximidade e conexão entre esses fragmentos permite a troca biológica entre eles.

Com as métricas de paisagem, foi possível mensurar que os fragmentos florestais de Fênix se tornaram mais próximos de 1980 para 2020, mas ainda não é o ideal, sendo importante ressaltar que a conexão correta de fragmentos é tão necessária quanto a importância de seu tamanho.

Em relação ao DAP das árvores, esperava-se que a distância em relação à borda estivesse relacionada a esse, de forma que nas proximidades da borda haveria maior concentração de árvores de menor diâmetro, considerando que na área de borda há taxas mais altas de mortalidade e recrutamento, conforme observado no estudo de Laurance et al. (1998).

Entretanto, em nosso trabalho, o DAP não apresentou essa resposta, uma vez que apenas o Fragmento 5 apresentou valor médio menor na borda do que em seu interior (9,45 cm e 12,42cm respectivamente), assim como o número de árvores por parcela também não apresentou diferenças entre a borda e a parcela a 50 metros.

Outro fator relacionado ao efeito de borda que foi observado em todos os fragmentos florestais foi a reduzida incidência de epífitas e, quando presentes, seu desenvolvimento limitado. Nos fragmentos menores (F1 e F6) já era esperado que poucas fossem observadas, a considerar que o tamanho reduzido do fragmento não é proporcional ao estabelecimento de espécies que necessitem de alta umidade e pouca luminosidade.

As epífitas são particularmente sensíveis às mudanças climáticas. É esperado que ocorram maiores variações na composição das comunidades dessas plantas nos fragmentos mais afetados pelos efeitos de borda, conforme destacado por Flores-Palacios e García-Franco (2004). Os dados de temperatura e luminosidade nos mostraram a presença de clareiras no interior dos transectos de todos os fragmentos, o que pode vir a influenciar essa composição. Epífitas, como as bromélias e as orquídeas, costumam depender de um microambiente mais úmido e sombreado, típico do interior da floresta, e a exposição à luz direta e a variação de temperatura nas proximidades da borda podem dificultar seu estabelecimento e desenvolvimento.

O aumento nos níveis de luz, temperatura, umidade e vento são fatores importantes na análise do efeito de borda (BIERREGAARD et al., 1992; RODRIGUES, 1998). Na Figura 63 são apresentados os dados de temperatura de cada fragmento, partindo da borda para o interior.

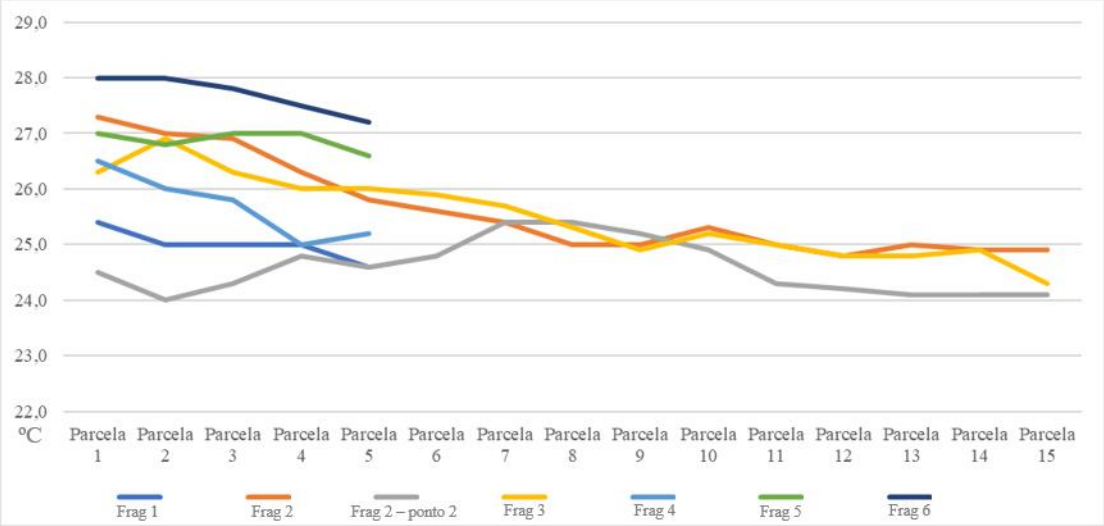

Figura 63. Dados de temperatura dos fragmentos por parcelas. Elaborado por: Mayra Stevanato, 2023.

As discrepâncias nas temperaturas entre os fragmentos podem ser atribuídas ao fato de que as medições foram efetuadas em dias e horários distintos. No entanto, é importante destacar

que as medições intrínsecas a cada fragmento foram conduzidas com o menor intervalo de tempo possível, com uma média de 8 minutos para distâncias de até 50 metros e 20 minutos para distâncias de até 150 metros.

Constatou-se que a temperatura diminui ao longo do gradiente borda/interior. À medida que adentramos o fragmento florestal, esse componente abiótico passa a refletir características intrínsecas do próprio fragmento, resultando em um aumento esperado da temperatura, com aumento de até 2 ºC na área de contato borda/matriz, observado no Fragmento 2.

Nos fragmentos 2 e 3, observou-se queda acentuada a partir de 40 metros, embora observe-se ondulações nos dados. Acredita-se que esse padrão ondulatório de variação na temperatura se deva à presença de clareiras no interior do fragmento. Em estudo realizado por Muller, Bataghin e Santos (2010) para analisar o efeito de borda em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, correlacionaram a densidade de indivíduos arbóreos e fatores abióticos, concluindo que a abertura de clareiras e o consequente aumento da luminosidade geram condições de borda no interior do fragmento, inclusive, em relação aos dados de temperatura eles registraram ondulações.

No Fragmento 2 – ponto 2 observou-se que as variações de temperatura ao longo da área foram relativamente mais atenuadas (1,5 ºC). É importante destacar que a borda em análise está situada adjacente a um leito de rio, e a proximidade com o corpo d'água pode ter contribuído para a moderação das variações térmicas, resultando em uma menor amplitude de mudanças de temperatura ao longo do transecto.

Em relação à umidade relativa do ar, em todos os pontos essa acompanhou os padrões de temperatura em tendência inversa. Ocorreu uma diminuição nas regiões de borda e em áreas com clareiras. Isso é atribuído ao fato de que temperaturas mais elevadas tendem a estar associadas a níveis mais baixos de umidade do ar.

Os níveis de luminosidade diminuíram consistentemente, especialmente a partir dos 40 metros, com exceção das áreas de clareiras. Os valores de luminosidade seguiram uma tendência semelhante aos das temperaturas, apresentando uma correlação entre essas duas variáveis.

Rigueira et al. (2012) investigaram o impacto da distância da borda e da densidade de folhas na abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana. Para a pesquisa, eles estabeleceram 21 transectos, cada um com 100 metros de comprimento, perpendiculares à borda e com largura de 5 metros. Os resultados indicaram que, a uma distância de 30 metros da borda, observou-se uma redução mais significativa na abundância de

plantas pioneiras, devido ao aumento na densidade de folhas e a consequente diminuição da luminosidade.

Esses dados ressaltam como o efeito de borda pode ter impactos significativos na estrutura e na composição da vegetação dentro dos fragmentos florestais. Confirmando o que é apresentado por Rodrigues (1998), que destaca que o conceito de efeito de borda não segue uma natureza monotônica, que esse não segue uma linha reta de quanto mais distante da borda, menor a intensidade do efeito. Percebe-se também que embora os efeitos de borda sejam mais fortes e perceptíveis nos primeiros 35 metros em relação às bordas, pode agir de forma mais intensa a uma certa distância da borda do fragmento do que na própria borda.

Esses pontos ressaltam a complexidade e a importância de levar em conta a variabilidade dos efeitos de borda na análise de fragmentos florestais, principalmente no que tange à elaboração de políticas e planejamento ambiental. Mas também se ressalta a importância da observação de todo o histórico de perturbações no qual um fragmento foi submetido, uma vez que é demasiadamente complexo atestar a dimensão do efeito de borda em fragmentos alterados.

Os fragmentos florestais de Fênix, mesmo com sua estrutura florestal comprometida, desempenham um papel de extrema importância na manutenção da fauna, flora e biodiversidade da região. Esses remanescentes, embora pequenos e impactados por efeitos de borda, ainda proporcionam refúgio e habitat para diversas espécies de animais e plantas. Entre as árvores podemos encontrar espécies ameaçadas de extinção como os já citados peroba-rosa (*A. polyneuron*) e palmito-jussara (*E. edulis*), mas também o pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*), o guaritá (*Astronium graveolens*), o cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), o óleo-pardo (*Cordia trichotoma*), o alecrim (*Holocalyx balansae*) e a canjarana (*Cabralea canjerana*).

Portanto, mesmo diante dos desafios da fragmentação, esses fragmentos continuam a desempenhar um papel crucial na conservação da diversidade biológica local, ressaltando a importância de medidas de proteção e restauração dessas áreas.

6. CONCLUSÃO

Primeiramente, a análise histórica de evolução das legislações florestais no Brasil demonstrou que estas surgiram com o interesse primário de regulamentação da exploração, com foco e importância puramente econômicos. Entretanto, com o tempo, o mundo passou a ter novos olhares para a questão ambiental, e esses olhares refletiram em nosso país. Desta forma, a política ambiental brasileira mudou muito. Motivada pela pressão internacional, ou em busca -de medidas mitigatórias para a resolução de problemas ambientais, aos poucos, houve a evolução no sentido das legislações que buscassem atrelar a conservação do meio ambiente e a produção e desenvolvimento econômico.

Ao realizar uma análise histórica da configuração dos fragmentos florestais do município de Fênix-PR, observou-se que em 1985 o processo de retirada da vegetação já estava estabelecido, assim como as áreas agrícolas e pecuárias. Embora a dinâmica de uso da terra fosse diferente da atual, as plantações já eram mecanizadas e, em poucos anos a monocultura da soja tomou todo o município.

Entre 1985 e 2000 a porcentagem de Mata Atlântica se manteve estabilizada em Fênix, em torno de 11% da cobertura do município. Neste período, algumas legislações ambientais foram implementadas visando conter o desmatamento. Entretanto, embora essas leis tenham desempenhado um papel importante na interrupção do desmatamento, é importante ressaltar que muitas delas não exigiam efetivamente a recuperação das áreas desmatadas.

No Capítulo II deste estudo discutimos como a legislação ambiental brasileira evoluiu durante este período. Nomeamos de “A evolução das legislações florestais no Brasil” o período compreendido entre os anos de 1965 e 2012, no qual os avanços iniciaram pela promulgação da Lei Federal nº 4.771, instaurando o Código Florestal de 1965. Um importante marco desse código é a legitimação da classificação de áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal (RL). A instauração dessa lei contribuiu para que o avanço do desmatamento cessasse, mas a falta de clareza da legislação e até mesmo de fiscalização eficiente no período, não exigiu que áreas degradadas fossem recuperadas.

Em 2001 as áreas de APP e RL passam a ser definidas através da medida provisória Nº 2.166-67/01, e em 2006 foi promulgada a Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/2006). Nesse contexto, somente a partir de 2001, com a promulgação de leis mais abrangentes e rigorosas, houve uma maior ênfase na recuperação e restauração das áreas degradadas. Essa mudança de abordagem foi fundamental para a preservação e o incremento das áreas florestadas, garantindo a sua regeneração e contribuindo com o processo de “desfragmentação”.

A partir de 2005 houve aumento constante no índice percentual de cobertura florestal do município de Fênix, o qual se manteve em crescimento até atingir seu ápice em 2015. Esse aumento é concentrado principalmente nas áreas de APPs hídricas, com maior número de fragmentos e de área total da classe. Essa tendência ascendente indica uma recuperação significativa das áreas florestais ao longo desses anos, refletindo esforços e medidas de conservação e preservação implementadas nesse período. O aumento progressivo do percentual de mata é um indicativo positivo, que demonstra a importância das ações voltadas para a proteção florestal.

Entretanto, a aplicação das métricas demonstraram que no ano de 2020 ocorreu um retrocesso em relação a recuperação das áreas florestadas. O número de área total se manteve estável, mas houve o aumento no número de fragmentos e da distância entre eles, demonstrando maior fragmentação das florestas. Uma possibilidade para que isso tenha ocorrido foi a aprovação do Código Florestal de 2012 que flexibilizou principalmente a preservação de áreas de APP. Nas APPs hídricas as mudanças no código florestal foram expressivas e danosas como, por exemplo, em relação às nascentes, exigindo que apenas as perenes, e não mais as intermitentes, sejam protegidas e as áreas úmidas e de várzea passam a depender de ato do poder público para serem consideradas protegidas. Com isso, várias áreas úmidas do município deixaram de ter preservação exigidas por lei.

Neste ponto destaca-se também que o crescimento quantitativo da vegetação não necessariamente se traduziu em uma melhoria qualitativa dos fragmentos florestais. A observação em campo revelou que muitos desses fragmentos, inclusive aqueles protegidos antes da promulgação das leis mais recentes, não conseguiram se desenvolver a contento devido a estruturas comprometidas. Essa complexidade estrutural dificulta a mensuração precisa do efeito de borda, especialmente em fragmentos pequenos e médios, onde esse fenômeno é mais pronunciado.

A análise comparativa da dinâmica espaço-temporal dos fragmentos florestais em Fênix, entre 1985 e 2020, revela um cenário complexo de mudanças na paisagem. O incremento no número de fragmentos, de 330 para 406, denota uma aparente expansão da cobertura vegetal ao longo das décadas. Em termos percentuais, a área total de cobertura florestal em relação ao município aumentou de 11,06% para 15,05%, enquanto em hectares, passou de 2.587,41 para 3.517,47. Esse crescimento quantitativo, contudo, não se traduz linearmente na área core, que, em 2020, alcançou 1.800 hectares, representando uma modesta elevação ao longo do tempo.

A conectividade da paisagem florestal emerge como um elemento dinâmico ao longo desse período. A análise das distâncias entre os fragmentos revela um aumento gradual entre

1985 e 2000, indicando uma maior dispersão dos fragmentos. No entanto, nos anos subsequentes, observa-se redução nessa distância, evidenciando uma melhoria na conectividade da paisagem. A proximidade entre os fragmentos atinge um mínimo de 124 metros em 2015, sinalizando uma rede mais coesa. Contudo, a partir de 2015, a distância volta a aumentar, atingindo 196 metros em 2020, indicando uma possível fragmentação progressiva da paisagem.

A configuração espacial dos fragmentos florestais permanece um desafio significativo para a preservação efetiva. Muitos desses fragmentos mantêm formatos alongados que, frequentemente, não são propícios à conservação de ecossistemas saudáveis. A análise da área central, excluindo as bordas dos fragmentos, revela que o aumento efetivo de floresta é substancialmente menor do que a expansão aparente indicada pela avaliação total. Em campo, observou-se que os fragmentos de tamanho pequeno são tomados pelo efeito de borda, uma vez que do interior ao centro dos mesmo estes efeitos são observados.

Essa discrepância destaca a importância de não apenas considerar a quantidade total de cobertura florestal, mas também avaliar a qualidade e a configuração espacial desses fragmentos.

Entretanto, as observações em campo também demonstraram que apesar das limitações estruturais, esses fragmentos desempenham um papel vital na conservação da biodiversidade local. Compostos em sua maioria por espécies nativas, e muitas delas em ameaça de extinção, estes fragmentos abrigam exemplares significativos do bioma Mata Atlântica.

Esses dados ressaltam a importância e a necessidade de considerar abordagens mais integradas na gestão ambiental. Desafios como o efeito de borda, a fragmentação do habitat e influências antrópicas demandam estratégias adaptativas para garantir não apenas a expansão quantitativa, mas também melhorias qualitativas sustentáveis nos ecossistemas de Fênix e de toda a Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21 GLOBAL. UNCED - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), Agenda 21 (global). **Ministério do Meio Ambiente** – MMA. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21global/>.

ALBANEZ, A. C. M. P. Caracterização dos fragmentos florestais a partir de estudos de ecologia da paisagem para o município de Ponte Nova, Minas Gerais. 2000. 160 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

ALMEIDA, G. M. Dos mananciais para as freguesias: a distribuição da água no espaço urbano do Rio de Janeiro no decênio 1850 –1860. In: **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História** –ANPUH. São Paulo: 2011

ALVES, L. R. A. A reestruturação da cotonicultura no Brasil: fatores econômicos, institucionais e tecnológicos (**Tese de doutorado**), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2006. Disponível em <http://icepea.esalq.usp.br/pdf/Tese_doutorado_Lucilio.pdf>

APARECIDO, W. A. S. Mapa da vegetação nativa declarada no Cadastro Ambiental Rural-CAR em Montes Claros-MG. **Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 3, n. 01, p. 151-175, 2021.

ARAÚJO, S. M. V. G.; JURAS, I,=. A. G. M. Debate sobre a nova lei florestal: análise dos textos aprovados na Câmara e no Senado. **Código Florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber.**, p. 105, 2012.

BARCHET, I.; ROCHA, A. A.; DAL PAI, C. Mudança estrutural no setor cotonicultor brasileiro: uma análise da territorialização no cerrado brasileiro e do impacto do contencioso do algodão. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 6, 30 abr. 2016. Universidade Tecnologica Federal do Parana (UTFPR). http://dx.doi.org/10.3895/rbpd.v5n1.3623.

BASTIAN, Olaf. Landscape Ecology – towards a unified discipline? **Landscape Ecology**, [S.L.], v. 16, n. 8, p. 757-766, 2002. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1023/a:1014412915534.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.

BIAZIN, P. C. Característica Sedimentar e hidrológica do Rio Ivaí em sua foz com o Rio Paraná, Icaraíma - PR. **Dissertação de Mestrado**. UEM. Maringá, 2005.

BIERREGAARD, R.; LOVEJOY, T.; KAPOS, V.; SANTOS, A.; HUTCHINGS, R. (1992). The Biological Dynamics of Tropical Rain-Forest Fragments. **BioScience**. 42. 859-866. 10.2307/1312085.

BIGARELLA, J. J.; KLEIN, R. M. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná - um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional)**. 1978. Curitiba, Governo do Paraná, Secretaria de Estado do Planejamento - Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA), 248p.

BORGES, L.F.R.; SCOLFORO, J.R.; OLIVEIRA, A.D. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. **Cerne**, v. 10, n. 1, p. 22-38, 2004.

BORGO, M.; TIEPOLO, G.; REGINATO, M.; KUNIYOSHI, Y.; GALVÃO, F. CAPRETZ, R.; ZWIENER, V. Espécies arbóreas de um trecho de Floresta Atlântica do município de Antonina, Paraná, Brasil. **Revista Floresta**. 41. 819-832, 2011.

BRADY, M. J. et al. Matrix is important for mammals in landscapes with small amounts of native forest habitat. **Landscape Ecology**, v.26, p.617-628, 2011.

BRAGANÇA, D. **Salles ignora Lei da Mata Atlântica e flexibiliza proteção**. 2020. Disponível em: https://oeco.org.br/reportagens/salles-ignora-lei-da-mata-atlantica-e-flexibiliza-protecao/. Acesso em: 21 out. 2021.

BRANDÃO, J. C. L. Aspectos jurídicos das florestas de preservação permanente e das reservas legais: proteção ambiental e propriedade. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, n. 21, p 114-146, 2001.

BRASIL, Decreto nº 4.421, de 28 de dezembro de 1921. 1921. Disponível em: < https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1920-1929/decreto-4421-28-dezembro-1921-567912-publicacaooriginal-91264-pl.html> Acesso em: jan. 2023.

_____. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. 1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm> Acesso em: jan. 2013. » http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm

_____. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm> Acesso em: jan. 2023. » http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm

_____. Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm> Acesso em: jan. 2018. » http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm

_____. Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm> Acesso em: fev. 2013. » http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm

_____. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm> Acesso em: fev. 2013.
» http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm

_____. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012a. 2012a Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm> Acesso em: maio 2017. » http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012b. 2012b. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: jan. 2013. » http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

BRONOSKI, B. **Mata Atlântica tem regras de proteção rígidas, mas que são desobedecidas no Paraná**. 2021. Disponível em: https://oeco.org.br/noticias/mata-atlantica-tem-regras-de-protecao-rigidas-mas-que-sao-desobedecidas-no-parana/. Acesso em: 21 out. 2021.

BROWN JR, K. S.; HUTCHINGS, R. W. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago**, v. 632, 1997.

BUENO, L. C. **A HORTELÃ E A IMPORTÂNCIA DO SEU CICLO ECONÔMICO NO PARANÁ (DÉCADAS DE 60 A 70).** Curitiba-Paraná: SEED - PDE, 2010.

BULHÕES, R. Limites e possibilidades para expansão da cultura da soja no Paraná. 2007. 190 f. **Tese** (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

CAMPOS, J. B. O papel dos corredores de biodiversidade. In: Congresso Mund. Agric. Conserv., 2; Foz do iguaçu. **Anais**, p.81-82. 2003.

CARDOZO, R. I. **La antigua provincia de Guairá y la Villa Rica del Espíritu Santo**. El Arte, 1970.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras** (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, 5 volumes). 1 ed. Colombo (PR). Embrapa Florestas, 2008.

CASIMIRO, P. J. C. C. Estrutura, composição e configuração da Paisagem, Conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da Ecologia da Paisagem. In: **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**. 2009 ; Vol. 0, No. 20. pp. 75-99.

CAXAMBU, M. G. ; ROMAGNOLO, M. B. ; SOUZA, D. C. . Vegetação. In: Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior, Henrique Ortêncio Filho, Rosilene Luciana Delariva. (Org.). **Reserva Biológica das Perobas, Uma Ilha de Biodiversidade no Noroeste do Paraná**. 1ed.Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2014, v. 1, p. 18-25.

COLAVITE, A. P. **AS TRANSFORMAÇÕES HISTÓRICAS E A DINÂMICA ATUAL DA PAISAGEM DE CORUMBATAÍ DO SUL - PARANÁ**. 2013. 230 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

COLAVITE, A. P.; PERICINOTO, J. S.; CARDOSO, O. O USO DO SIG PARA IDENTIFICAÇÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA RIO RIOZINHO – PR. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 35, p. 36–56, 2019. DOI: 10.5216/revgeoamb.v0i35.59260. Disponível em: https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/59260. Acesso em: 19 dez. 2023.

COLLI, G. R.; ACCACIO, G. M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHINELLI, E. V.; LAPS, R. R.; SCARIOT, A.; VIEIRA, M. V.; WIEDERHECKER, H. C. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: Uma síntese. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Orgs). **Fragmentação de ecossistemas**: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA, 2003. p. 318-324.

CONGRESSO AGRÍCOLA. Edição fac-similar dos anais do Congresso Agrícola, realizado no Rio de Janeiro em 1878. Introdução de José Murilo de Carvalho. Fundação Casa de Rui Barabosa: Rio de Janeiro, 1988. Disponível em: https://archive.org/details/congragri1878josemur/page/164/mode/2up> Acesso em 10 de setembro de 2021.

COSTA, R.B. **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB, 2003. 246 p.

COSTA, F. R.; ROCHA, M. M. . Estudo sobre os municípios periféricos na Mesorregião centro ocidental paranaense. **Geografia (Londrina)**, v. 18, p. 109-127, 2009.

CULLET, P.; GUPTA, J. I.: evolution of water law and policy. In: **The evolution of the law and politics of water**. Springer, Dordrecht, 2009. p. 157-173.

DA FONSECA MALTEZ, M, A. P. et al. Recursos naturais e agricultura: Um estudo no município de Balsas a partir dos dados do cadastro ambiental rural. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e46610514784-e46610514784, 2021.

DEAN, W. A Conservação das Florestas no Sudente do Brasil, 1900-1955. **Revista de História**, n. 133, p. 103-116, 1995.

DEAN, W. **A Ferro e Fogo**. A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484 p.

DELFIM NETTO, A. **O Problema do Café no Brasil** Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1979

DIAS, G. F. **Educação ambiental**: princípios e práticas. 9.ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DOAK, D. F.; MARINO, P. C.; KAREIVA, P. M. Spatial scale mediates the influence of habitat fragmentation on dispersal success: implications for conservation. **Theoretical population biology**, v. 41, n. 3, p. 315-336, 1992.

DONATO, L.; FERREIRA, M. E. M. C. CONSEQUÊNCIA CAPITALISTA NA FORMULAÇÃO DA PAISAGEM–O NORTE DO PARANÁ ANALISADO A PARTIR DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL. **PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 22, n. 2, p. 210-231, 2021.

DRISCOLL, C. T.; MASON, R. P.; CHAN, H. M.; JACOB, D. J.; PIRRONE, N. Mercury as a global pollutant: sources, pathways, and effects. **Environmental science & technology**, 47(10), 4967–4983, 2013.

DRUMMOND, J. A. O jardim dentro da máquina: breve história ambiental da Floresta da Tijuca. **Revista Estudos Históricos**, v. 1, n. 2, p. 276-298, 1988.

DRUMMOND, J. A. **Devastação e preservação ambiental**: os parques nacionais do Estado do Rio de Janeiro. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 1997

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. de O.; BAITELLO, J.B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 1997. 65p.

FAHRIG, L.; MERRIAM, G. Habitat patch connectivity and population survival: Ecological archives e066-008. **Ecology**, v. 66, n. 6, p. 1762-1768, 1985.

FAJARDO, S. O NOVO PADRÃO DE DESENVOLVIMENTO AGROINDUSTRIAL E A ATUAÇÃO DAS COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS NO PARANÁ. **Ra´ega**, Curitiba, v. 11, n. 11, p. 89-102, 2006

FERNANDES, A. C. F. Um Rio de florestas: uma reflexão sobre o sentido da criação dos parques nacionais na cidade do Rio de Janeiro. **Revista Estudos Históricos,** Rio de Janeiro: Vol. 24, janeiro –junho de 2011.p. 141 –161

FERREIRA, I. J. M.; BRAGION, G. R.; FERREIRA, J. H. D.; BENEDITO, E.; COUTO, E. V.Landscape pattern changes over 25 years across a hotspot zone in southern Brazil. **Southern Forests:** a Journal of Forest Science, [S.L.], v. 81, n. 2, p. 175-184, 14 fev. 2019.

FORMAN, R.T.T. et al. Forest size and avian diversity in New Jersey wood-lots with some land use implications. **Oecologia**, Berlin, 26: 1-8, 1976.

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

FORMAN, R.T.T. Some general principles of landscape and regional ecology. **Landscape Ecologic,** 133–142, 1995.

FRANCO, J. G. O. Áreas de preservação permanente: ciliares. 2003. 201 f. **Dissertação** (Mestrado em Direito Econômico e Social) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2003

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE 2002. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 1995-2000**. Relatório Final. São Paulo.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica:** período 2019/2020, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021. 73p

FUSHITA, A. T. Análise da fragmentação de áreas de vegetação natural e seminatural do município de Santa Cruz da Conceição, São Paulo, Brasil. 2006. 84 f. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

GARI, L. A history of the hima conservation system. **Environment and History**, v. 12, n. 2, p. 213-228, 2006.

GASCON, C.; WILLIAMSON G.B.; FONSECA, G. A. B. Recedingforest edges and vanishing reserves. **Science 288**: 1356-1358, 2000.

GOES, B. C. D.; SOUZA, P. G. de; RIBASKI, N. G. Zoneamento de fragmentos florestais prioritários para conservação em parques de Curitiba – Barigui, General Iberê de Mattos, São Lourenço, Tanguá e Tingui. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 2–43, 2018. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/328. Acesso em: 19 dez. 2023

GOMES, M. L. A cultura do café e a degradação ambiental na serra fluminense oitocentista. **Revista Crítica Histórica**. Ano II, n° 4, 2011.

GOMES, A. R. **Projeção de crescimento urbano utilizando imagens de satélite**. Rio Claro, 1995. 89 p. Monografia (Trabalho de Formatura em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

GUBERT FILHO, F. A. . O Desflorestamento do Paraná em um Século. In: Claudia (Org.) Sonda e Silvia C. (Org.) Trauczynski. **Reforma agrária e meio ambiente: teoria e prática no estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, 2010.

GUSTAFSON, Eric J.. Minireview: quantifying landscape spatial pattern. **Ecosystems**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 143-156, 1 mar. 1998. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s100219900011.

HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SANDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; ESSEEN, P. A. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, 19(3): 768-782, 2005.

HATSCHBACH, G.; ZILLER, S. R.. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. 1995.

HESPANHOL, A. N. A FORMAÇÃO SÓCIO-ESPACIAL DA REGIÃO DE CAMPO MOURÃO E DOS MUNICÍPIOS DE UBIRATÃ, CAMPINA DA LAGOA E NOVA CANTU-PR. **Boletim de Geografia**, v. 11, n. 1, 1993.

HESS, G.R.; FISCHER, R.A. Communicating Clearly about Conservation Corridors. **Landscape and Urban Planning**, 55, 195-208, 2001.

HUFF, D. E.; VARLEY, J. D. Natural regulation in Yellowstone National Park's northern range. **Ecological Applications**, v. 9, n. 1, p. 17-29, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012, 03 de setembro. Produção Agrícola Municipal 2010, Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/ tabelas_pdf/tabela02.pdf.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. Translated by: Epiphanio, J.C.N., Formaggio, A.R., Santos, A.R., Rudorff, B.F.T., Almeida, C.M., Galvão, L.S., Parêntese, São José dos Campos, 598 p., 2009.

KIRCHHOFF, T. ; TREPL, L. ; VICENZOTTI, V. What is Landscape Ecology? An Analysis and Evaluation of Six Different Conceptions. **Landscape Research**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 33-51, jan. 2012. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/01426397.2011.640751.

KLEIN, R.M. A vegetação florestal. In: BIGARELLA, J.J. **Visão integrada da problemática da erosão**. Curitiba: ADEA / IBGE, 1985. p.71-91.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Landscape analysis with GIS**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LAURANCE, W. F. *et al*. Fragmentação da floresta tropical e a estrutura das comunidades de lianas amazônicas. **Ecologia** , v. 82, n. 1, pág. 105-116, 2001.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MADEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C., FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa, Editora Plantarum, 2004.

MACARINI, J. P. A política econômica do Governo Médici: 1970-1973. **Nova Economia**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2009. Disponível em: https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/458. Acesso em: 21 dez. 2023.

MACARTHUR,R. H.; WILSON, E. O. The Theory of Island Biogeography. **Princeton University Press**, 1967.

MACHADO, P. A. L. Comentários ao art. 6º do novo Código Florestal. Novo Código Florestal: comentários à Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, à Lei 12.727, de 17 de outubro de 2012 e do Decreto 7.830, de 17 de outubro de 2012. Édis Milaré e Paulo Affonso Leme Machado (coords.). 2. ed. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2013.

MANTOVANI, W. Delimitação do bioma Mata Atlântica: implicações legais e conservacionistas. In: **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**[S.l: s.n.], 2003.

MARTENSEN, A ; PIMENTEL, R ; METZGER, J. P. . Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. **Biological Conservation**, Canada, v. 141, p. 2184-2192, 2008.

REITZ, R. Palmeiras. In: Reitz, R. (ed.) **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.99-106, 1974.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351. Portland, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, **Pacific Northwest Research Station**, 1995, 122p.

MCGARIGAL, Kevin; MARKS, Barbara J. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. **Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station**, p. 1-122, 1995.

MENEZES, P. da C. e M. A natureza construída pelo homem. In: **Parque Nacional da Tijuca: uma floresta na metrópole**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2010. p. 31-33.

METZGER, J. P. Changements de la structure du paysage et richesse spécifique des fragments forestiers dans le Sud-Est du Brésil. CR. Acad. Sci. Paris, **Sciences de la vie** 321:319-333, 1998.

_____., J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 71(3-I): 445-463.1999.

_____., J. P. O que é ecologia de paisagens? In: **Biota Neotropica**. 1, 1-9. 2001.

_____., J. P. Effects of slash-and-burn fallow periods on landscape structure. **Environmental Conservation**, 30(4): 325-333. 2003.

_____., J. P.. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. Cullen Jr.; L., Rudran, R. & Valladares-Pádua, C.(eds). **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Editora da UFPr, Curitiba, Brasil, p. 667, 2003.

_____., J. P.; MARTENSEN, A. C.; DIXO, M.; BERNACCI, L. C.; RIBEIRO, M. C.; TEIXEIRA, A. M. G.; PARDINI, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1166-1177, 2009.

_____., J. P. . O Código Florestal tem base científica?. **Natureza & Conservação**, v. 8, p. 92-99, 2010.

MITTERMEIER, R. A. 'Primate diversity and the tropical forest', in E.O. Wilson (ed.), BioDiversity, Washington DC: **National Academy Press**, pp. 145–54, 1988.

MORO, D. A. **Substituição de Culturas, modernização Agrícola e Organização do Espaço Rural, no Norte do Paraná**. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, 1991.

MOURA, A. M. M. A auditoria ambiental como instrumento de políticas públicas no Brasil: análise e perspectivas. In: ALVAREZ, A. R.; MOTA, J. A. (Org.). **Sustentabilidade ambiental no Brasil:** biodiversidade, economia e bem-estar humano. Brasília: Ipea, 2010. v. 7, p. 327-358.

MULLER, A.; BATAGHIN, F.A.; SANTOS, S.C. EFEITO DE BORDA SOBRE A COMUNIDADE ARBÓREA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. P**ERSPECTIVA**, Erechim. v.34, n.125, p. 29-39, 2010.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in ecology & evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

MYERS N, MITTERMEIER RA, MITTERMEIER CG, FONSECA GAB & KENT J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853-858.

NAVEH, Z. Wha tis holistic landscape ecology? A conceptual introduction. **Landscape and Urban Planning**. 50. 7-26. 2000

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. Landscape Ecology: theory and application. **Springer-Verlag**, New York, 360p. 1994.

NOVAES, W. Eco-92: avanços e interrogações. **Estudos Avançados**. v.6, n.15, 1992.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, 2, 77-99, 2007.

OTTE, A., SIMMERING, D., WOLTERS, V. Biodiversity at the landscape level: recent concepts and perspectives for multifunctional land use. **Landscape Ecology** 22(5):639–642, 2007.

OVIEDO, G. Áreas protegidas, desarrollo y cultura. Letras Verdes. **Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales**, n. 2, p. 2-4, 2008.

PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista, 1786-1888**. Zahar, 2002.

PARELLADA, C. I. Analysis of urban net of Villa Rica del Espiritu Santo (1589-1632)/Fênix-PR. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 5, p. 51-61, 1995.

PASQUALETTO, A.; O 'Novo' Código Florestal Brasileiro. **Revista Ecológica**. Ed. 3ª edição, 2011.

PERAULT, D. R.; LOMOLINO, M. V. Corridors and mammal community structure across a fragmented, old-growth forest landscape. **Ecological monographs**, v. 70, n. 3, p. 401-422, 2000.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.; ROBERTS, D.A.; VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, v.26, n. 1, 2001.

PEREIRA, S. N.; DIAS, D.; LIMA, I. P.; MAAS, A. C. S.; MARTINS, M. A.; BOLZAN, D. P.; FRANÇA, D. S.; OLIVEIRA, M. B.; PERACCHI, A. L.; FERREIRA, M. F. MAMÍFEROS DE UM FRAGMENTO FLORESTAL EM VOLTA REDONDA, ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 4, n. 29, p. 1017-1027, ago. 2013. Disponível em: http://r1.ufrrj.br/labmasto/publicacoes/92.pdf. Acesso em: 10 dez. 2021.

PEREIRA COSTA, I. C. N. ABORDAGEM METODOLÓGICA ECOLOGIA DA PAISAGEM: ORIGEM, ENFOQUE E TÉCNICAS DE ANÁLISE. **Boletim de Geografia**, v. 38, n. 1, p. 91-105, 29 set. 2020.

PHILLIPS, A. The history of the international system of protected area management categories. **The international journal for protected area managers**, v. 14, n. 3, 2004, p. 04-16.

PICKETT, S. T. A. ; THOMPSON, J. N. "Patch dynamics and the design of nature reserves." **Biological Conservation** 13 (1978): 27-37.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C.. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 271–283, jan. 2017.

PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Plantation rows as dispersal routes: A test with didelphid marsupials in the Atlantic Forest, Brazil. **Biological Conservation**, v.143, p.131-135, 2010.

RAMOS, V. S., DURIGAN, G., FRANCO, G. A. D. C., SIQUEIRA, M. F., RODRIGUES, R. R. **Árvores da floresta estacional semidecidual: guia de identificação de espécies**. São Paulo: EDUSP. Acesso em: 21 dez. 2023. , 2008

RANTA, P. et al. A fragmentada Mata Atlântica do Brasil: tamanho, forma e distribuição dos fragmentos florestais. **Biodiversidade & Conservação** , v. 7, n. 3, pág. 385-403, 1998.

REBELO, A. **Substitutivo ao Projeto de Lei 1876/99**. 2010. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=480244>. Acesso em 03 de janeiro de 2021.

RIBEIRO, G. V. B. A origem histórica do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil. **Revista Thema**, Pelotas/Rs, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2011.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. ; MARTENSEN, A. C. ; PONZONI, F. J. ; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

RIGUEIRA, D. M. G., MOLINARI, A. L. M., MARIANO, D. L. S., REIS, R. M., PORTUGAL, A. B., SANTANA, N. DE S., SANTOS, R. A. Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, 26(1), 197–202, 2012.

RIITTERS, K. H. et al. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. **Landscape ecology**, v. 10, n. 1, p. 23-39, 1995.

ROCHA, M. F.; PASSAMANI, M.; LOUZADA, J. A small mammal community in a forest fragment, vegetation corridor and coffee matrix system in the Brazilian Atlantic Forest. **PLoS ONE**, v.6, 2011.

RODERJAN, C. V. et al. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, v.24, n.1, p.75-92, 2002.

RODRIGUES, E. Ecologia de fragmentos florestais no gradiente de urbanização de Londrina – PR. 1993.102f. **Dissertação** (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

RODRIGUEZ, J. M. M (Org.) **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5. ed. / José Mateo Rodriguez; et al. - Fortaleza: Edições UFC, 2017.

RORIZ, P. A. C.; FEARNSIDE, P. M. A construção do Código Florestal Brasileiro e as diferentes perspectivas para a proteção das florestas. **Novos Cadernos NAEA**, [S.l.], v. 18, n. 2, dez. 2015. ISSN 2179-7536. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/1866>. Acesso em: 20 jan. 2022. doi:http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v18i2.1866.

SAMPAIO, R. C. N. **Efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual no interior do Estado de São Paulo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, São Paulo, 2011.

SANTOS, L. J. C. et al. Mapeamento Geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.7, n.2, p.3-12, 2006.

SAUER, S.; FRANÇA, F. C. Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. **Caderno CRH** [online]. 2012, v. 25, n. 65 [Acessado 20 Janeiro 2022] , pp. 285-307. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-49792012000200007>. Epub 22 Out 2012. ISSN 1983-8239. https://doi.org/10.1590/S0103-49792012000200007.

SCARZANELLA, E. Las bellezas naturales y la nación: los parques nacionales en Argentina en la primera mitad del siglo XX. **Revista Europea De Estudios Latinoamericanos y Del Caribe/European Review of Latin American and Caribbean Studies**, p. 5-21, 2002.

SFB - SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO; **Boletim Informativo** de Abril/2021; https://www.florestal.gov.br/documentos/car/boletim-docar/4774-boletim/fileBoletim Informativo - Abril_2021.

SILVA, J. A. **Direito ambiental constitucional**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 2004

SILVA, C.A. Supressão do bicudo em algodoeiro. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n.154, p.8-9, 2012

SILVA, M.; RAPOSO, M.; PEREIRA, W.; BUENO, C.; MORAES, S. Determinação de radionuclídeos e outros parâmetros na água das fontes do Parque Nacional Da Tijuca, Rio De Janeiro, RJ. **Revista Semioses**. 11. 12-20, 2017.

SILVA, T.; FILHO, L.; VASCONCELOS, R.; CREMASCO, C. MODELAGEM APLICADA AO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DÉFICIT HÍDRICO. In: **Recursos Hídricos**: Gestão e Sustentabilidade. pp.174-191, 2017.

SIMONSEN, R. C. Aspectos da história econômica do café. **Revista do Arquivo**, São Paulo, n. 65, 1940.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 3, 557-566, 2013.

SOARES, G. F. S. **A proteção internacional do meio ambiente**. Barueri, SP: Manole, 2003

SOARES FILHO, B. S. S. **Análise de paisagem: fragmentação e mudanças**. Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto . Instituto de Geociências, UFMG. 1998

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.

STEVANATO, M.; COLAVITE, A. P. . Os Dados Srtm no Mapeamento da Paisagem de Fênix-Pr. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino - GEOMAE** (Online), v. 8, p. 50-59, 2017

TABARELLI, M. ; DA SILVA, J. M. C; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1419-1425, 2004.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 734-739, 2005.

TOLEDO, L. F.; CARVALHO-E-SILVA, S. P.; SÁNCHEZ, C.; ALMEIDA, M. A.; HADDAD, C. F. B. A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. **Biota Neotropica** [online]. 2010, v. 10, n. 4 [Acessado 20 Janeiro 2022] , pp. 35-38. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400003>. Epub 29 Jul 2011. ISSN 1676-0611. https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400003.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TROLL, C. **Landscape Ecology**. Delf: Publ. UNESCO, 23p. 1971.

TROLL, C. A paisagem geográfica e sua investigação. Espaço e Cultura. Rio de Janeiro, 1997.

TSUKAMOTO FILHO, A. de A.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A. R. de. **Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (Euterpe edulis Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais**. Cerne, Lavras, v. 7, n.1, p. 41-53, jan. 2001.

TURNER, M.G. Landscape Ecology: The effect of pattern on process. Annual revision **Ecological System**, v.20, p.171-197, 1989.

TURNER, M. G.; GARDINER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology: The analyses and interpretation of landscape heterogeneity**. New York, Springer Verlag, 1991. P. 3-16.

UMETSU, F.; METZGER, J.P. & PARDINI, R. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, 31(3): 359-370, 2008.

URBAN, D. L.; O'NEILL, R. V.; SHUGART, H.H. Landscape ecology. **BioScience**, Washington, DC, v.37, p. 119-127, 1987.

USTIN, S. L.; ROBERTSD, D. A.; GAMON, J. A.; ASNER, G. P.; GREEN, R. O. Using Imaging Spectroscopy to Study Ecosystem Processes and Properties. **BioScience**, 54(6): 523-534, 2004.

VANDERMEER, J. H.. **The Ecology of Agroecosystems**. N: Jones & Bartlett Publishers, 2009.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, p. 147-160, 2010.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991 .

VENCATO, A. Z. **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, p. 144, 2010

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais, 1990. p. 113-118

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais**. Piracicaba: IPEF. Série Técnica, v. 12, n. 32. 1998. 18p.

VIEIRA, A. C. A montanha encantadora. In: **Parque Nacional da Tijuca**: uma floresta na metrópole. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2010. p.13-30.

VIEIRA, I. C. G; BECKER, B. K. A revisão do Código Florestal e o desenvolvimento do país. **Ciência Hoje**, v. 46, n. 274, p. 64-67, 2010.

VITTE, A. C.; SILVEIRA, R. W. D. Considerações sobre os conceitos de natureza, espaço e morfologia em Alexander von Humboldt e a gênese da geografia física moderna. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**. Rio de Janeiro, v.17, n.3, jul-set. 2010, p.607-626.

VOLATÃO, C. F. S. Trabalho de análise espacial – Métricas do Fragstats. INPE, São José dos Campos. 1998.

VOLL, F. A. P.; SCHALLENBERGER, E. O CICLO DA HORTELÃ NA MICRORREGIÃO DE TOLEDO 1959 - 1980. **Tempo da Ciência**, [S. l.], v. 22, n. 44, p. 35–46, 2000. DOI: 10.48075/rtc.v22i44.12923. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/tempodaciencia/article/view/12923. Acesso em: 19 dez. 2023.

WATANABE, C. H.; NOSSE, T. M.; GARCIA, C. A.; PINHEIRO POVH, N. Extração do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) por destilação por arraste a vapor e extração com etanol. **Revista Bras. PI. Med**., Botucatu, v.8, n.4, p. 76-86, 2006.

WHITTAKER, R. H. A consideration of climax theory: the climax as a population and pattern. **Ecol Monogr** 23:41–78, 1953.

WIENS, J.A. Habitat heterogeneity and avian community structure in North American grasslands. **American midland naturalist**, Notre Dame, 91(1): 195-213. 1973

WIENS, J; STENSETH, N.; VANHORNE, B.; IMS, R. Ecological Mechanisms and Landscape Ecology. **OIKOS**. 66. 369-380, 1993.

WU, J.; QI, Y. Dealing with scale in landscape analysis: An overview. **Geographic Information Sciences**, v.6, n. 1, p.1-5, 2000.

ZONNEVELD, I. S. Land(scape) ecology, a science or a state of mind. In S. P. Tjallingii and A. f. de Veer, eds. **Perspectives in landscape ecology**, Proceedings of the international congress of the Netherlands society of landscape ecology. PUDOC, Wageningen, The Netherlands, pp. 9–15, 1982.