



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Campus Presidente Prudente

LETÍCIA STEPHANIE S. SILVA

NAOMI TOBARA FELIPPE POLIS

**ADEQUAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA UTILIZANDO NUCLEAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO
AMBIENTAL DO TIMBURI, PRESIDENTE PRUDENTE – SP.**

Presidente Prudente – SP

2022

LETÍCIA STEPHANIE S. SILVA
NAOMI TOBARA FELIPPE POLIS

**ADEQUAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA UTILIZANDO NUCLEAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO
AMBIENTAL DO TIMBURI, PRESIDENTE PRUDENTE – SP.**

Trabalho de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Ambiental, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (FCT-UNESP), como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Presidente Prudente – SP

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente

Silva, Leticia Stephanie Santos.
S581a Adequação e implantação de projeto de restauração ecológica utilizando nucleação na Área de Preservação Ambiental do Timburi, Presidente Prudente – SP / Leticia Stephanie Santos Silva, Naomi Tobara Felipe Polis. - 2022
82 f. : il.

Orientador: José Mariano Caccia Gouveia
Trabalho de conclusão (bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2022
Inclui bibliografia

1. Restauração ecológica. 2. Nucleação. 3. Áreas degradadas. I. Polis, Naomi Tobara Felipe. II. Gouveia, José Mariano Caccia. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. IV. Título.

Alessandra Kuba Oshiro Assunção
CRB-8/9013

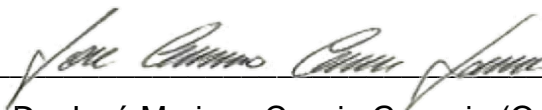
TERMO DE APROVAÇÃO

Letícia Stephanie Santos Silva

Naomi Tobara Felipe Polis

“ADEQUAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E MONITORAMENTO DE PROJETO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO, EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM PROPRIEDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE - SP”

Trabalho de graduação aprovado como um dos requisitos parciais para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências e Tecnologia, *campus* de Presidente Prudente – SP, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. José Mariano Caccia Gouveia (Orientador)

VIDEOCONFERÊNCIA

Profa. Dra. Renata Ribeiro de Araújo

VIDEOCONFERÊNCIA

Prof. Me. João Paulo de Oliveira Pimenta

Presidente Prudente, 16 de março de 2021.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste estudo foi resultado de um árduo trabalho, mas os desafios começaram muito antes. Por isso, gostaria de lembrar o momento da minha mudança para Presidente Prudente - SP, no qual pude contar com a Permanência Estudantil da FCT UNESP para manter-me em uma das mais renomadas universidades públicas do Brasil, e realizar o meu sonho de cursar o Bacharelado em Engenharia Ambiental.

Participar de entidades estudantis é sempre muito proveitoso, e neste momento quero frisar a importância que o Projeto SITRA, o Grupo de Estudos BC-CATAIA e a Empresa Júnior GeoAmbiental Jr. tiveram na minha vivência acadêmica.

Agradeço a todos os funcionários, servidores e docentes que participaram desse momento de formação. Destaco o Prof. Dr. Mariano Caccia Gouveia, nosso orientador, e a Prof. Dra. Renata Araújo Ribeiro, que me inspiram continuamente a aperfeiçoar-me e a ser uma profissional melhor. Através de seus ensinamentos, encontrei minha paixão.

Não poderia deixar de dizer aqui que sou eternamente grata às pessoas que fizeram toda a diferença nesse caminho, a minha família: Laura, Márcio, Luciene, Márcio, Tatiane e Antônio. Obrigada por acreditarem em mim. Em especial, ressalto a influência da minha avó na construção da pessoa que sou hoje. Sempre te amarei, Dorinha.

“Não importa o que você faça na vida... não vai ser lendário, a menos que seus amigos estejam lá para ver”, por isso agradeço a quem passou por todos os desafios da Graduação comigo: Giovana, Junior, Lucas, João, Marcos, Gustavo, Lara e Beatriz. Foi uma honra partilhar essa fase da minha vida com vocês e nos desejo todo o sucesso no futuro.

Cássia, você entrou recentemente na minha vida, mas quero que esteja comigo por muito tempo. Obrigada por me fazer feliz. Te amo!

Por fim, agradeço à minha companheira de pesquisa, Naomi. Iniciamos essa aventura juntas em 2019 e hoje colhemos os frutos de tal dedicação. Obrigada pelas dicas, pelos conselhos e pelo apoio. Tenho muito orgulho da pessoa e da profissional que você é!

Leticia Stephanie S. Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de mais nada, à minha família, em especial meus pais e meus avós, que foram fundamentais na minha trajetória em busca da educação. Foram eles os responsáveis por garantir que nada me faltaria e por prestar apoio à todas as minhas decisões e dificuldades; além de serem as pessoas que jamais deixaram de acreditar em mim.

Aos meus amigos e pessoas que passaram pelo meu caminho durante esses 5 anos e que, de alguma forma, estiveram presentes em momentos importantes da graduação. Que em algum momento torceram pelo meu sucesso, me incentivaram ou até mesmo me auxiliaram a passar pelos momentos de ansiedade. Tenho todos vocês em mente e coração.

Agradeço, também, à FCT Unesp de Presidente Prudente como um todo, instituição que me acolheu em 2017 e que para sempre será a minha segunda casa. Sou muito grata por ter feito parte desta gigante e, principalmente, pelo privilégio de ter tido educação pública de qualidade. Orgulho imenso em levar o nome de unespiana.

Aos docentes da FCT, por terem sido peça chave pelo meu desenvolvimento, não apenas acadêmico como pessoal. Aos meus queridos amigos da graduação, agradeço por toda a companhia ao longo desses 5 anos, no balanço entre perrengues e perrengues, acredito que, no fim, vencemos. Tenho muito orgulho da nossa parceria e por nunca soltarmos a mão um do outro.

Ao João Pimenta e à Profa. Renata Ribeiro, nossa banca examinadora, que aceitaram de prontidão fazer parte deste momento de defesa do Trabalho de Graduação. Me sinto realizada por ter composto esta banca, por acreditar veemente na contribuição dos senhores para a realização de um trabalho de qualidade. Profa. Renata, obrigada por todos os ensinamentos nas disciplinas que ministrou; João, obrigada por ter vivido conosco a parte mais trabalhosa do projeto: os árduos trabalhos de campo.

Ao nosso orientador, Prof. Mariano, que durante todo esse tempo representou diversas figuras para mim: professor, mentor, parceiro de campo, e também um grande amigo. Tenho imensa admiração pelo senhor e sou eternamente grata por tudo o que fez por nós, eu e Letícia, pelo nosso projeto, pelo grupo de estudos BC-CATAIA, e pela restauração ecológica. Obrigada por me fazer enxergar esse grande propósito dentro da Engenharia Ambiental e ter propiciado minha participação ativa nesse importantíssimo projeto.

Por fim, mas não menos importante (muito pelo contrário), gostaria de prestar gratidão especial à minha parceira de trabalho, Letícia. Não é novidade dizer o quanto sou grata pela sua existência e companheirismo ao longo desses anos, que se fortaleceram substancialmente

nos últimos três. Foi uma jornada longa e cheia de percalços, sinceramente, não sei se chegaria até aqui sem você. Obrigada por ter acreditado nesse projeto e entrado de cabeça junto comigo, vamos colher muitos frutos de tudo o que plantamos (literalmente). Amo você.

Naomi Tobara Felipe Polis

RESUMO

Atividades antrópicas visando o desenvolvimento econômico vêm causando intensa degradação dos ecossistemas naturais e gerando uma cadeia de impactos ambientais. Pesquisas realizadas na Área de Preservação Ambiental (APA) do Timburi expõem os impactos ambientais de atividades agropecuárias sobre os cursos d'água, solos e fragmentos florestais que ainda restam. O presente estudo pauta-se na validação e implantação de estratégias nucleadoras para a restauração ecológica em uma Área de Preservação Permanente de uma propriedade rural localizada na APA do Timburi, em Presidente Prudente - SP. A partir da análise de "Microunidades Edafoclimáticas" para o diagnóstico, planejamento e execução do projeto, constatou-se que a área alvo da pesquisa possui grande potencial de regeneração. Mesmo que muitos tenham sido os empecilhos para a implantação das técnicas de nucleação, os resultados foram satisfatórios, e trabalhos futuros podem contribuir com essa iniciativa.

Palavras-chave: Legislação Ambiental. Áreas Degradadas ou Alteradas. Restauração Ecológica. Nucleação. Microunidades Edafoclimáticas. Sucessão Ecológica.

ABSTRACT

Anthropogenic activities aimed at economic development have been causing intense degradation of natural ecosystems and generating a chain of environmental impacts. Research carried out in the Timburi Environmental Preservation Area (APA) exposes the environmental impacts of agricultural activities on water courses, soils and forest fragments that still remain. The present study is based on the validation and implementation of nucleating strategies for ecological restoration in a Permanent Preservation Area of a rural property located in APA do Timburi, in Presidente Prudente - SP. From the analysis of “Edaphoclimatic Microunits” for the diagnosis, planning and execution of the project, it was found that the target area of the research has great regeneration potential. Even though there were many obstacles to the implementation of nucleation techniques, the results were satisfactory, and future work can contribute to this initiative.

Keywords: Environmental Legislation. Degraded or Altered Areas. Ecological Restoration. Nucleation. Edaphoclimatic microunits. Ecological succession.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de um poleiro artificial vivo do tipo "torre de cipó".....	15
Figura 2 - Evolução de uma área degradada com a aplicação do plantio de mudas em ilhas de diversidade.....	16
Figura 3 - Transposição do horizonte orgânico do solo para uma área degradada.....	17
Figura 4 - Resíduos florestais enleirados.	17
Figura 5 - Mapa de localização da Área de Preservação Ambiental do Timburi no município de Presidente Prudente - SP.....	21
Figura 6 - Mapa geológico da APA do Timburi.....	23
Figura 7 - Mapa geomorfológico da APA do Timburi.	25
Figura 8 - Mapa das principais classes de solo da APA do Timburi.	26
Figura 9 - Temperatura média de Presidente Prudente ao longo dos meses em 2021.....	28
Figura 10 - Precipitação anual de Presidente Prudente ao longo dos meses em 2021.....	28
Figura 11 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de São Paulo.	29
Figura 12 - Mapa da hidrografia da APA do Timburi.	30
Figura 13 - Mapa de cobertura e uso da terra na APA do Timburi.	32
Figura 14 - Mapa de localização da Parcela 6 dentro da APA do Timburi em Presidente Prudente - SP.	33
Figura 15 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nos fragmentos florestais ainda preservados no entorno da área de estudo.....	34
Figura 16 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nos usos da terra na propriedade em 2018.....	35
Figura 17 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nos usos da terra na propriedade em 2021.....	36
Figura 18 - Indivíduos das espécies <i>Bracchiarea</i> sp. e <i>Solanum aculeatissimum</i>	37
Figura 19 - Mapa da Parcela 6 subdividida em Microunidades Edafoclimáticas.....	39
Figura 20 - Terraço aluvial da Microunidade 1-A.	40
Figura 21 - Vegetação em estágio secundário presente na Microunidade 1-A.	41
Figura 22 - Predominância de espécies herbáceas na Microunidade 2-A.....	42
Figura 23 - Remanescente de vegetação nativa na Microunidade 1-B.	43
Figura 24 - Área da Microunidade 2-B após adequação da Parcela 6.	44
Figura 25 - Sulco erosivo registrado por Lima (2018) a Leste da Parcela 6, junto à Microunidade 2-B.	45

Figura 26 - Situação atual da erosão presente no limite Leste da Parcela 6, junto à Microunidade 2-B.	46
Figura 27 - “Corte de perfil” da Parcela 6.	47
Figura 28 - Câmera para monitoramento da fauna instalada na Parcela 6.	48
Figura 29 - Ortofoto registrada por drone compreendendo o remanescente de vegetação nativa existente frente à Parcela 6.	49
Figura 30 - Croqui das técnicas para a Parcela 6 proposto no projeto de 2018.	53
Figura 31 - Recorte de imagem de satélite com ênfase na espacialização das técnicas de nucleação na Parcela 6.	54
Figura 32 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nas técnicas de nucleação implantadas na Parcela 6.	56
Figura 33 - Bambuzal próximo à Parcela 6.	57
Figura 34 - Corte dos bambus realizado pelos voluntários do Grupo de Estudos CATAIA.	57
Figura 35 - Bambus sendo transportados até a Parcela 6.	58
Figura 36 - Medição da distância entre os poleiros.	58
Figura 37 - Abertura das covas para o posicionamento dos poleiros.	59
Figura 38 - Bambus amarrados e posicionados dentro das covas.	60
Figura 39 - Poleiros finalizados e dispostos na área de estudo.	60
Figura 40 - Plantio de mudas de maracujá nas covas dos poleiros verdes.	61
Figura 41 - Estado do Poleiro 5 na última visita de campo.	62
Figura 42 - Posicionamento de estacas nos pontos de plantio das mudas.	64
Figura 43 - Sinalização das estacas com fita zebraada.	64
Figura 44 - Coroamento dos locais de plantio das mudas.	65
Figura 45 - Abertura das covas para o plantio das mudas.	65
Figura 46 - Aplicação de hidrogel ao plantio das mudas.	66
Figura 47 - Inserção das mudas de espécies nativas nas covas.	67
Figura 48 - Adição de cal para ajuste do pH do solo ao redor das mudas.	67
Figura 49 – Aplicação do índice NDVI na ortofoto registrada na Parcela 6.	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre as técnicas de nucleação e seus efeitos funcionais, através de processos sucessionais secundários.	14
Quadro 2 - Atributos considerados na definição das microunidades edafoclimáticas.	18
Quadro 3 - Espécies identificadas em visitas a campo.	43
Quadro 4 - Primeiras observações sobre a implantação dos poleiros artificiais.	63
Quadro 5 - Primeiras observações sobre o plantio de mudas em ilhas de diversidade.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre as propostas de Lima (2018) e das Autoras (2022).	54
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C - Graus *Celsius*

ANA - Agência Nacional das Águas

APA - Área de Proteção Ambiental e Uso Sustentável

APP - Área de Preservação Permanente

Art. - Artigo

AUR - Áreas de Uso Restrito

CAR - Cadastro Ambiental Rural

CBRN - Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais do Estado de São Paulo

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FCT-UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista

GPS - *Global Positioning System*

GX - Gleissolos Háplicos

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

KM - Quilômetros

LV - Latossolos Vermelhos

M² - Metros quadrados

M³/S - Metros cúbicos por segundo

MM - Milímetros

N.I. - Não identificadas

NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*/Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

NV - Nitossolos Vermelhos

PEMA - Política Estadual do Meio Ambiente

pH - Potencial Hidrogeniônico

PRA - Programa de Regularização Ambiental

PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

PRADA - Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas

PSA - Pagamento por Serviços Ambientais

PV - Argissolos Vermelhos

PVA - Argissolos Vermelho-Amarelos

QGIS - *QuantumGIS*

RL - Reserva Legal

RQ - Neossolos Quartzarênicos

RU - Neossolos Flúvicos

S - “*South*”/Sul

SARE - Sistema Informatizado de Apoio à Restauração Ecológica

SEAQUA - Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais

SEMEA - Secretaria Municipal de Meio Ambiente

SICAR - Sistema de Cadastro Ambiental Rural de São Paulo

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SP - São Paulo

UGHRI - Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

W - “*West*”/Oeste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
3.1 Legislação ambiental aplicada à recuperação de áreas degradadas	4
3.2 Restauração ecológica de áreas degradadas	11
3.3 Método de nucleação para restauração ecológica	12
3.4 Microunidades edafoclimáticas	17
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
4.1 Caracterização regional	20
4.1.1 Geologia	22
4.1.2 Relevo	23
4.1.3 Solo	25
4.1.4 Clima	27
4.1.5 Hidrografia	29
4.1.6 Cobertura e uso da terra	31
4.2 Caracterização local	32
4.2.1 Situação do entorno	33
4.2.2 Diagnóstico ambiental da Parcela 6	36
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	50
5.1 Levantamento bibliográfico	50
5.2 Trabalho de campo	50
5.3 Elaboração cartográfica	51
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	71
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1. INTRODUÇÃO

A escalada constante do progresso técnico humano pode ser medida pelo seu poder de controlar e transformar a natureza: quanto mais rápido o desenvolvimento tecnológico, maior o ritmo de alterações provocadas no meio ambiente (TATSCH, 2011). A atividade antrópica vem, ao longo dos anos, causando intensa degradação dos ecossistemas, gerando uma cadeia de impactos abrangendo a impermeabilização do solo, aumento do escoamento superficial, alterações topográficas, erosão das margens, assoreamento dos cursos d'água e diminuição da biodiversidade, entre outras (MULLER, 1998).

No Brasil, um dos berços de maior biodiversidade do planeta, a ação predatória da vegetação nativa é uma narrativa que acompanha o país durante toda a sua história. O bioma de Mata Atlântica, considerado uma região de alta riqueza de espécies e elevadas taxas de endemismo (CUNHA; GUEDES, 2013), antigamente ocupava cerca de 1,3 milhões de quilômetros quadrados e atualmente possui apenas 12,5% da sua cobertura original, que se encontra na forma de pequenos fragmentos florestais isolados (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2016).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2010), as florestas e os demais ecossistemas que compõe a Mata Atlântica são intrinsecamente responsáveis pela produção, regulação e abastecimento de água; manutenção do ciclo hidrológico; regulação e equilíbrio climáticos; proteção de encostas e atenuação de desastres; fertilidade e proteção do solo; produção de alimentos, madeiras, fibras, óleos e remédios; além de proporcionar paisagens cênicas e preservar um patrimônio histórico e cultural inestimáveis. Logo, evidencia-se a necessidade da preservação dos fragmentos florestais remanescentes, e além disso, como apontado por Freire (2017), a recomposição florestal nos locais onde ocorre supressão de vegetação nativa.

A legislação brasileira, através da Lei 9.985/2000, estabelece o conceito de recuperação de uma área como sendo a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” (BRASIL, 2000). Por outro lado, ainda consoante à lei supracitada, a restauração ecológica busca justamente o restabelecimento do ecossistema degradado à situação mais próxima possível da sua condição original.

As estratégias de restauração ecológica através da técnica de nucleação têm como proposta a criação de pequenos habitats (núcleos) dentro da área degradada de forma a induzir

uma heterogeneidade ambiental, propiciando ambientes distintos no espaço e no tempo (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2011). Os princípios da nucleação auxiliam no retorno das funções e dos processos ecológicos das áreas perturbadas, visando facilitar e acelerar o processo de sucessão ecológica, respeitando a sua diversidade natural (REIS et al., 2007). Sendo assim, de acordo com Bechara (2006), tal técnica preza a integração da comunidade com a paisagem, numa visão sistêmica, diferentemente de plantios em área total que visam obter uma cobertura florestal de forma rápida, pulando fases importantes de colonização por outras formas de vida.

Diante do exposto, este estudo pauta-se na validação de estratégias nucleadoras para a restauração ecológica em uma Área de Preservação Permanente, localizada no interior de uma propriedade rural no município de Presidente Prudente. Pretende-se, assim, contribuir para o desenvolvimento sustentável, adequação ambiental e conservação dos recursos naturais; além da formação de bases de pesquisas para a APA do Timburi, a fim de se estudar a eficiência e/ou relação custo/benefício de cada técnica aplicada nesta região.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é integrar uma parte dentre outros cinco projetos de restauração ecológica, realizados em Área de Preservação Permanente em uma propriedade rural no município de Presidente Prudente - SP, para avaliar qual metodologia aplicada foi mais eficaz considerando as características das áreas investigadas.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- Realizar o levantamento bibliográfico quanto à legislação nacional vigente e às técnicas de restauração ecológica, a fim de se obter o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento da pesquisa;
- Estudar e adequar o projeto proposto por Lima (2018) frente às alterações ocorridas na área;
- Elaborar produtos cartográficos para o estudo da área e espacialização das técnicas de restauração dentro da área de estudo;
- Implantar as técnicas de nucleação na área;
- Monitorar o desenvolvimento das técnicas aplicadas, comparando as perdas e ganhos em relação às outras glebas da propriedade.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A questão ambiental configura-se como um dos temas atuais de maior relevância, ocupando um importante espaço político de debates e pesquisas, uma vez que está diretamente relacionada com o bem-estar da população humana. Não há forma de analisá-la sem revelar os impactos causados pelo desenvolvimento econômico sem limites que impõe suas próprias regras à ordem natural do meio ambiente, desencadeando uma série de consequências que a humanidade vem buscando solucionar nas últimas décadas.

Os primeiros sinais de preocupação com a natureza surgiram em um cenário de pós-guerra, entre as décadas de 50 e 60. Os anos posteriores foram marcados por acontecimentos de grande proporção, como conferências e acordos internacionais, além da mobilização e do fortalecimento de diversos movimentos ambientalistas.

No Brasil, apesar da política ambiental ter se iniciado em 1930, a influência internacional foi mais repercutida a partir da década de 1960, e transmitida de forma evidente através da Constituição Federal de 1988 (MOURA, 2016). Desde então, importantes marcos legais foram estabelecidos através de políticas públicas de tutela ao meio ambiente, compreendendo a proteção e utilização dos recursos naturais presentes no país. No entanto, nos últimos anos, os instrumentos jurídicos de preservação ambiental vêm sofrendo uma série de flexibilizações, que culminam em um verdadeiro ataque por parte de governantes nos âmbitos municipal, estadual e federal ao que havia sendo proposto na agenda ambiental do país.

Propõe-se que neste tópico sejam contextualizadas temáticas que ofereçam o embasamento necessário para a compreensão da relevância do projeto alvo deste estudo diante do atual cenário político e ambiental. Em um primeiro momento, serão apresentados dispositivos da legislação ambiental brasileira aplicados à recuperação de áreas degradadas. Posteriormente, um foco maior será dado a conceitos relacionados à temática da qual dispõe o presente trabalho: restauração ecológica, nucleação e microunidades edafoclimáticas.

3.1 Legislação ambiental aplicada à recuperação de áreas degradadas

Para um melhor entendimento das políticas públicas voltadas à proteção da vegetação nativa e recuperação de áreas degradadas existentes hoje no Brasil, entende-se ser necessário

um levantamento expositivo dos principais decretos, leis, resoluções e normativas, partindo de uma perspectiva cronológica, como será visto a seguir.

Conforme o Art. 2º da Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981:

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

Para tal, são citados na lei alguns princípios a serem atendidos, dentre os quais destacam-se os incisos: VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental; VIII - recuperação de áreas degradadas; e IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação.

Ao submeter atividades modificadoras do meio ambiente a um licenciamento ambiental que contemple a elaboração de um estudo de impacto ambiental e seu respectivo relatório de impacto ambiental, a Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, em seu Art. 1º define impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas [...]” (BRASIL, 1986).

A Constituição Federal de 1988 foi um marco histórico para o Brasil, uma vez que sua implementação se deu em um processo de redemocratização do país após 24 anos de ditadura militar, período no qual direitos políticos foram negados e o meio ambiente negligenciado por parte do Estado. A carta magna vigente até os dias atuais trouxe avanços quanto à proteção ambiental, influenciando toda a legislação ambiental brasileira. Em seu capítulo VI, que trata exclusivamente do meio ambiente, é apresentado o Art. 225. Dentre diversos pontos de interesse, destaca-se o *caput* “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)”.

Foi a partir da implementação da constituição que o Poder Público passou a tutelar o meio ambiente, assumindo determinados deveres para assegurar que, de fato, a atual e futura população brasileira tenha direito à qualidade ambiental. Entre as responsabilidades, estão: a preservação e restauração dos processos ecológicos essenciais; a definição de espaços especialmente protegidos; a vedação de práticas que coloquem em risco as funções ecológicas da fauna e da flora; a recuperação do meio ambiente degradado; e a aplicação de sanções penais e administrativas, além da obrigação da reparação de danos, àqueles que exercerem condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Em 1989, o inciso VIII do Art. 2º da Política Nacional do Meio Ambiente foi regulamentado pelo Decreto Federal nº 97.632, que impõe aos empreendimentos que exploram recursos minerais, a apresentação de um plano de recuperação de áreas degradadas.

Com a publicação da Resolução CONAMA nº 10, de 01 de outubro de 1993, estabeleceu-se em âmbito federal os parâmetros para a análise de estágios de sucessão ecológica do bioma Mata Atlântica. A partir destes parâmetros foram definidos os estágios inicial, médio e avançado de regeneração da vegetação secundária - aquela “[...] resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais [...]” (BRASIL, 1993).

Ao encontro da legislação federal, promulgou-se pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, a Resolução Conjunta SMA IBAMA/SP nº 1, de 17 de fevereiro de 1994, apresentando especificações para os estágios estipulados na Resolução CONAMA nº 10, que caracteriza as formações das Florestas Ombrófilas e Estacionais, com o objetivo de orientar os procedimentos de licenciamento ambiental que envolvem a supressão de vegetação nativa, conduzidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB.

A Política Estadual do Meio Ambiente (PEMA) foi instituída no estado de São Paulo por meio da Lei Estadual nº 9.509, de 20 de março de 1997. Através dela, criou-se o Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais (SEAQUA). Para atender aos objetivos propostos na lei, estabeleceu-se princípios de prevenção, fiscalização e controle da degradação, assim como a necessidade de mitigação de impactos ambientais e medidas para a recuperação do meio ambiente que já foi degradado (SÃO PAULO, 1997).

Por meio da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, criou-se o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se em: I. unidades de proteção integral, quando apenas usos indiretos de seus atributos naturais são permitidos; e II. unidades de uso sustentável, cenário no qual existe a exploração do meio ambiente, mas esta é realizada garantindo a perenidade de seus recursos ambientais renováveis.

Nos incisos XIII e XIV da lei, apresentam-se os conceitos de recuperação ecológica, como sendo a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição de não degradada, que pode ser diferente da sua condição original”, e restauração ecológica a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original” (BRASIL, 2000); sendo estes termos essenciais

para o planejamento e aplicação de diferentes projetos que objetivam o reflorestamento de áreas degradadas.

Discorrendo sobre corredores ecológicos, a lei do SNUC os definem como porções de ecossistemas que conectam diferentes áreas, com funções ecológicas que abrangem o fluxo gênico e a movimentação dos seres vivos, a dispersão de espécies, e a recolonização de áreas degradadas (BRASIL, 2000). Assim, torna-se evidente a relevância de projetos de recuperação e/ou restauração de ambientes degradados, visto que são estas diversas iniciativas e políticas públicas em conjunto que oferecem a tutela necessária ao meio ambiente, como bem destaca o inciso XIII do Art. 5º da mesma lei, quando descreve que suas diretrizes buscam, entre outros:

[...] proteger grandes áreas por meio de um conjunto integrado de unidades de conservação de diferentes categorias, próximas ou contíguas, e suas respectivas zonas de amortecimento e corredores ecológicos, integrando as diferentes atividades de preservação da natureza, uso sustentável dos recursos naturais e restauração e recuperação dos ecossistemas (BRASIL, 2000).

A Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. Nesta, as formações florestais nativas do bioma são delimitadas, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual. Em razão da grande extensão e diversidade da Mata Atlântica, também são citados os ecossistemas a esta associados: manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste (BRASIL, 2006).

Atualmente, a Mata Atlântica é um dos biomas mais devastados do país, contando apenas com 12,4% de sua extensão original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2016). Nesse sentido, a Lei da Mata Atlântica em seu Art. 33º assegura que o poder público possui a obrigação de estimular sua proteção e seu uso sustentável, sendo observadas as características específicas de cada região para minimizar a sua degradação (BRASIL, 2006). Ressalta-se mais uma vez a importância de projetos de restauração ambiental que contribuam, também, para a recuperação da vegetação nativa da Mata Atlântica.

O estado de São Paulo foi pioneiro na implementação de legislações visando a utilização e proteção do outro bioma presente em seu território, o Cerrado. A Lei Estadual nº 13.550, de 02 de junho de 2009, além de descrever as fisionomias vegetais e caracterizar os estágios sucessionais do bioma Cerrado, especifica também hipóteses nas quais é permitida a supressão da vegetação, e é necessária a compensação ambiental para cada uma das formações

presentes no mesmo (SÃO PAULO, 2009). A Resolução SMA nº 64, de 10 de setembro de 2009, regulamenta e complementa o Art. 2º da mesma lei.

O Decreto Estadual nº 55.947, de 24 de junho de 2010, mediante a Política Estadual de Mudanças Climáticas, Lei Estadual nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, elege a recuperação florestal como um dos eixos de ações e planos para o enfrentamento dos efeitos gerados pelas alterações climáticas. De tal modo, idealizou-se o Programa de Remanescentes Florestais, cujo objetivo é a delimitação, demarcação e recuperação de matas ciliares e demais fragmentos de vegetação florestal. Ainda neste documento, instituiu-se no estado de São Paulo o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), incentivando a preservação e recuperação de florestas nativas através de medidas como: conservação de remanescentes florestais; recuperação de matas ciliares; plantio de mudas de espécies nativas e/ou práticas de regeneração natural para a formação de corredores ecológicos; implantação de sistemas agroflorestais e silvipastoris; controle de espécies competidoras; entre outras.

A Instrução Normativa IBAMA nº 4, de 13 de abril de 2011, estabelece os procedimentos necessários para a elaboração de planos de recuperação de áreas degradadas (PRADs) ou alteradas em âmbito federal. No Art. 4º, área degradada é denominada como aquela “impossibilitada de retornar por uma trajetória natural, a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado” (IBAMA, 2011), sendo preciso, então, a implementação de técnicas para a sua recuperação.

Segundo os Arts. 1º e 2º do documento:

O PRAD deverá reunir informações, diagnósticos, levantamentos e estudos que permitam a avaliação da degradação ou alteração, em conformidade com as especificações dos Termos de Referência [...]. O PRAD deverá informar os métodos e técnicas a serem empregados de acordo com as peculiaridades de cada área, devendo ser utilizados de forma isolada ou conjunta, preferencialmente aqueles de eficácia já comprovada (IBAMA, 2011).

Os métodos para a recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) são indicados na Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011. São eles: condução da regeneração natural de espécies nativas; plantio de espécies nativas; e plantio de espécies nativas conjugado com a condução de regeneração natural de espécies nativas. Quando aplicada a condução de regeneração natural, deve-se levar em conta a necessidade de proteção de espécies nativas a partir do isolamento da área a ser recuperada, adoção de medidas para o controle de espécies exóticas invasoras, prevenção e combate ao fogo, controle de erosões, e atração de animais dispersores de sementes (BRASIL, 2011).

Instituído pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, o novo “Código Florestal” trata da proteção e exploração da vegetação nativa em Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL), Áreas de Uso Restrito (AUR) e ainda, nas áreas que não se enquadram nestas três categorias, mas que apresentam vegetação nativa. Princípios impostos pela lei incluem o fomento à pesquisa científica e tecnológica, e o direcionamento de recursos econômicos para a preservação e recuperação de florestas, assim como de outras formas de vegetação nativa do país (BRASIL, 2012).

Área de Preservação Permanente, especificamente, é definida como:

Área protegida, que pode ou não ser coberta por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

As APPs são, portanto, faixas de vegetação que devem ser mantidas às margens dos cursos d’água perenes e intermitentes, e seus limites variam entre 30 e 500 metros, de acordo com a largura do curso d’água - considerando a borda da calha do leito regular como parâmetro inicial de medida. Além disso, ao redor de nascentes e olhos d’água, deve-se manter obrigatoriamente um raio de 50 metros de vegetação preservada (BRASIL, 2012).

Quando comparado a sua versão anterior, a Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o novo “Código Florestal” de 2012 gera inquietações, principalmente pelo que foi proposto com as chamadas áreas rurais consolidadas. Pelo inciso IV do Art. 3º da lei, estas são “áreas de imóveis rurais com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvopastoris admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio” (BRASIL, 2012). Isso representa, na prática, anistia aos produtores rurais com histórico de passivos ambientais até a data determinada na legislação, uma vez que as atividades citadas podem ser mantidas nas áreas, que teoricamente são entendidas como especialmente protegidas, sem a necessidade da compensação ambiental que é prevista na lei.

Questão de grande relevância no “Código Florestal” de 2012, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) é introduzido no Art. 29º, como um banco de dados para o registro obrigatório de todas as informações de cunho ambiental das propriedades e posses rurais do país, incluindo: remanescentes de vegetação nativa; Áreas de Preservação Permanente; Áreas de Uso Restrito; áreas consolidadas; e Reserva Legal, se existente. O CAR também passa a constar como uma das etapas para a efetivação do Programa de Regularização Ambiental (PRA), que segundo a referida lei, deveria ser implantado por todos os estados brasileiros.

Com a publicação da Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014, cria-se no estado de São Paulo orientações, diretrizes e critérios para a elaboração, execução e monitoramento de projetos de restauração ecológica, sendo esta entendida como uma “intervenção humana intencional em ecossistemas degradados ou alterados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo de sucessão ecológica” (SÃO PAULO, 2014). Entende-se, ainda, que a restauração ecológica é um elemento essencial para a estabilidade ecológica dos ecossistemas naturais e para a melhoria da qualidade de vida da população.

Dentre o relacionado na resolução estadual, destaca-se a priorização de áreas para a implementação de projetos de restauração ecológica, a instituição do Sistema Informatizado de Apoio à Restauração Ecológica (SARE) para o cadastramento dos projetos realizados, a definição das etapas que o projeto de restauração ecológica deve compreender - diagnóstico ambiental da área degradada, proposição de ações restauradoras, implementação das metodologias selecionadas, manutenção e monitoramento do projeto, e conclusão do mesmo. São apresentados no Anexo I, os valores de referência dos indicadores ecológicos para o monitoramento dos projetos de restauração ecológica (SÃO PAULO, 2014).

Ainda em âmbito estadual, o CAR foi vinculado ao Sistema de Cadastro Ambiental Rural de São Paulo (SICAR-SP) por meio da Lei Estadual nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015. A mesma lei trata do PRA como forma de adequação e regularização ambiental no estado de São Paulo. Para a sua execução, é necessário que o proprietário ou posseiro rural possua inscrição no CAR e inicie um projeto de recuperação de áreas degradadas ou alteradas (PRADA) que contemple alternativa ou conjuntamente a regeneração, recomposição ou compensação de seus passivos ambientais, de acordo com os Arts. 7º e 9º.

Considerando o disposto sobre o monitoramento de projetos de restauração ecológica no Art. 16º da Resolução SMA nº 32, a Secretaria do Meio Ambiente, através da Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais do Estado de São Paulo, publicou em 2015 a Portaria CBRN nº 01 de 2015. Nesta, o protocolo de monitoramento contempla a adoção de indicadores ecológicos para cada tipo de vegetação e ecossistema presente no estado, sendo eles: cobertura do solo com vegetação nativa; densidade de indivíduos nativos regenerantes; e o número de espécies nativas regenerantes. Ao longo do documento, há um detalhamento da metodologia adequada para realizar as observações e coletas de dados em parcelas amostrais, a fim de avaliar a efetividade dos projetos (SÃO PAULO, 2015).

A partir da Resolução Conjunta SAA/SIMA nº 01, de 12 de março de 2019, a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo passa a ser responsável por “regulamentar, planejar, implementar, coordenar e monitorar toda a atividade de

desenvolvimento rural sustentável em propriedades rurais privadas, com o objetivo de [...] viabilizar os programas de regularização e adequação ambiental [...]” (SÃO PAULO, 2019). Críticas à transferência de responsabilidades entre as secretarias incluem, principalmente, o fato de um setor outro que a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente possuir atribuições ao que tange a conservação e recuperação ambiental.

A Lei Municipal Complementar nº 235, de 2019, criou em Presidente Prudente a Área de Proteção Ambiental (APA) do Timburi, visando a disciplina do processo de ocupação da terra, a proteção da biodiversidade local e a sustentabilidade do uso de seus recursos naturais. Nela, são listadas as atividades efetivas e potencialmente poluidoras do meio ambiente que são vedadas de ocorrência na APA, assim como as atividades que só poderão ser implementadas mediante o processo de licenciamento ambiental. No artigo 7º, explicita-se que “a reserva legal e áreas de preservação permanente das propriedades privadas existentes na APA do Timburi deverão estar de acordo com a legislação ambiental vigente” (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

Mais destaques da lei são: a instituição do zoneamento geoambiental da APA, para a criação de normas de uso e ocupação do solo e manejo de recursos naturais; a implementação de uma gestão ambiental compartilhada entre o conselho gestor, o Poder Público e a sociedade civil; a fiscalização ambiental por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMEA); e a imposição de infrações e sanções administrativas aos que, de alguma forma, descumprirem leis, regulamentos e normas nos âmbitos municipal, estadual e federal ou ainda licenças ambientais, se existentes (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

3.2 Restauração ecológica de áreas degradadas

Além dos pontuais avanços presentes no Código Florestal - Lei Federal nº 12.651/2012, como a obrigatoriedade do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a possibilidade de adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), iniciativas tais quais o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, a agenda climática global e o planejamento territorial baseado no gerenciamento de recursos hídricos, geram enorme demanda pela recuperação da vegetação nativa no Brasil (CROUZEILLES *et al.*, 2019). Através da restauração ecológica e conservação de fragmentos de vegetação nativa, formam-se corredores ecológicos que conectam a paisagem e protegem populações ameaçadas da flora e da fauna, além de retomar serviços ecossistêmicos que sustentam a vida no planeta.

A restauração ecológica se apresenta como uma ciência em construção, uma vez que

só passou a ter bases científicas e aplicações práticas no país a partir da década de 1980 (COSTA *et al.*, 2005). Por tratar-se de uma ciência que abrange diferentes campos de estudo, é caracterizada pela constante análise e experimentação. A cada descoberta, principalmente na área da ecologia, novas técnicas e estratégias para a restauração de áreas degradadas e conservação de ecossistemas são propostas.

Os projetos voltados à restauração de florestas tropicais por muito tempo buscaram uma compensação baseada apenas no número de indivíduos arbóreos e na densidade de biomassa florestal, com espécies pouco diversas - características do modelo convencional de plantio. Conforme abordado por Lima (2018), o resultado de tais tentativas não foi o esperado, pois as florestas tornavam-se bosques, que possuíam grande volume de madeira, mas não espelhavam a funcionalidade de um ecossistema natural que é complexo e exige diversidade de formas de vida e meios de regeneração para auto sustentar-se. Era preciso, então, que o processo de sucessão ecológica atuasse de forma que a diversidade de espécies inseridas no sistema produzisse regenerantes aptos para promover o restabelecimento das relações ecossistêmicas previamente existentes nas áreas que sofreram degradação e/ou alteração (BECHARA *et al.*, 2007).

Assim, reconheceu-se a necessidade da avaliação dos parâmetros “riqueza” e “densidade” no plantio, referentes a diversidade de espécies vegetais plantadas e a quantidade de indivíduos por área, respectivamente (REIS *et al.*, 2006). Nesse sentido, a ideia de que o ecossistema é formado por uma série de fluxos e processos naturais, propicia aos presentes e futuros projetos de restauração ecológica, uma abordagem direcionada à restituição de um ecossistema o mais próximo possível da sua condição original (BRASIL, 2000), cenário no qual a aplicação de técnicas nucleadoras torna-se uma alternativa interessante.

3.3 Método de nucleação para restauração ecológica

As espécies vegetais que compõem uma comunidade causam modificações nas características químicas, físicas e biológicas do ambiente. No processo de sucessão ecológica, as denominadas espécies facilitadoras, ao adentrarem e desenvolverem-se no meio, propiciam que outros organismos mais exigentes consigam se estabelecer com maior facilidade (BECHARA *et al.*, 2006).

Yarranton & Morrison (1974) denominaram a nucleação como sendo um aumento do ritmo de colonização de uma área a partir de uma espécie promotora, constatando que as espécies arbóreas pioneiras que ocupam áreas em pedogênese aceleram o processo de sucessão

primária, por gerarem agregados de outras espécies ao seu redor. Nesse sentido, Miller (1978) e Winterhalder (1996) afirmam que a capacidade de nucleação de determinadas espécies pioneiras é um ponto de interesse para processos de reflorestamento de áreas degradadas. À vista disso, a partir de experimentos de restauração ambiental, evidenciou-se que os núcleos aumentam o processo de sucessão ecológica, uma vez que promovem a inserção de novos elementos na paisagem (ROBINSON; HANDEL, 1993).

Segundo Odum (1986), a estabilidade de uma área está mais relacionada com suas características funcionais do que estruturais, no sentido de que a diversidade de indivíduos pode garantir mais resultados em termos de restauração, o que condiz com os princípios da aplicação da nucleação em áreas degradadas, já que o intuito é o restabelecimento das funções do ambiente através da geração de fenômenos aleatórios que aumentem a ocorrência de fluxos e a reconstituição de seus processos naturais. Dessa forma, a nucleação é capaz de refazer os diversos nichos ecológicos aos quais os organismos se associam, atuando sobre o processo de sucessão tanto da fauna quanto da flora, assim como de suas interações.

Baseando-se em tais conhecimentos, Bechara *et al.* (2003) desenvolveram técnicas nucleadoras que exploram a dinâmica espacial do meio, induzindo a formação de redes de interações em áreas degradadas. Assim, no modelo de restauração por nucleação, são aplicadas diversas técnicas simultâneas em parte da área a ser recuperada, sendo que cada uma delas possui efeitos funcionais particulares. Em conjunto, estas servirão como gatilhos ecológicos para que os processos naturais e espontâneos ocorram nos espaços abertos (REIS *et al.*, 2006). Quanto mais diversos e numerosos forem os núcleos implantados, melhores tendem a ser os resultados, pois o processo sucessional será impulsionado e o ecossistema poderá se restabelecer com menor dificuldade.

As principais técnicas nucleadoras de restauração e seus efeitos funcionais estão relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 – Relação entre as técnicas de nucleação e seus efeitos funcionais, através de processos sucessionais secundários.

EFEITOS ECOLÓGICOS FUNCIONAIS	TÉCNICAS DE NUCLEAÇÃO				
	Plantio de mudas em ilhas	Semeadura direta / Hidrossemeadura ecológica	Poleiros artificiais	Transposição de solo	Transposição de galharia
Recomposição do banco de sementes e plântulas		×	×	×	
Recomposição da micro e macro fauna/flora do solo				×	×
Reposição da matéria orgânica no solo	×			×	×
Recomposição da chuva de sementes		×	×		
Colonização da área por dispersores de sementes (aves e morcegos)	×		×		
Atração de polinizadores	×	×			
Contenção de processos erosivos	×	×			
Abafamento de processos de contaminação biológica	×	×			
Resgate de flora					

Fonte: BECHARA *et al.*, 2003.

Dentre as técnicas nucleadoras relacionadas acima, cabe uma explicação mais aprofundada sobre os poleiros artificiais, o plantio de mudas em ilhas de diversidade, a transposição de solo e o enleiramento de galharia, por serem as aplicadas neste projeto.

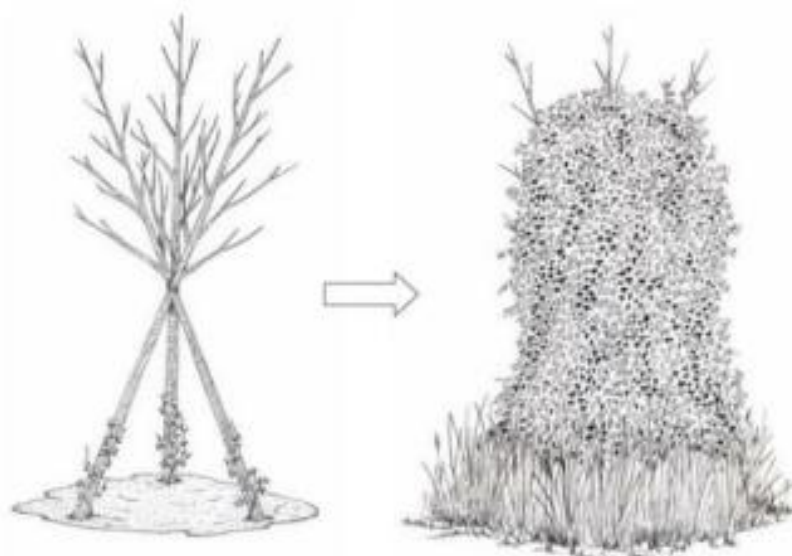
Nesta técnica de nucleação, os poleiros artificiais são mecanismos que têm o potencial de acelerar o processo de sucessão ecológica, pois servem como um local de repouso, proteção, alimentação e/ou residência para aves, morcegos e outros animais, cuja característica de dispersão de sementes é essencial para a revegetação da área degradada.

Diversos estudos comprovam que o deslocamento de espécies dispersoras entre fragmentos de vegetação contribui com o processo de sucessão ecológica, aumentando a biodiversidade de áreas degradadas (BECHARA *et al.*, 2003). Assim, é essencial que a fauna esteja presente em áreas de restauração, principalmente as consideradas dispersoras eficazes de frutos e sementes, pois faz com que polinizadores, predadores, decompositores, entre outros também sejam atraídos e interajam com o meio degradado, impactando positivamente em sua recuperação.

Existem dois tipos de poleiros artificiais: o poleiro seco, no qual utilizam-se varas de bambu para imitar os galhos secos das árvores; e o poleiro vivo, que integra a construção da estrutura de bambu ao plantio de espécies trepadeiras em sua base, fazendo com que se assemelhe à árvores com folhagens.

A Figura 1 demonstra o desenvolvimento de um poleiro vivo, que a princípio remete à aparência de um poleiro seco.

Figura 1 - Representação de um poleiro artificial vivo do tipo "torre de cipó".



Fonte: BECHARA *et al.*, 2006.

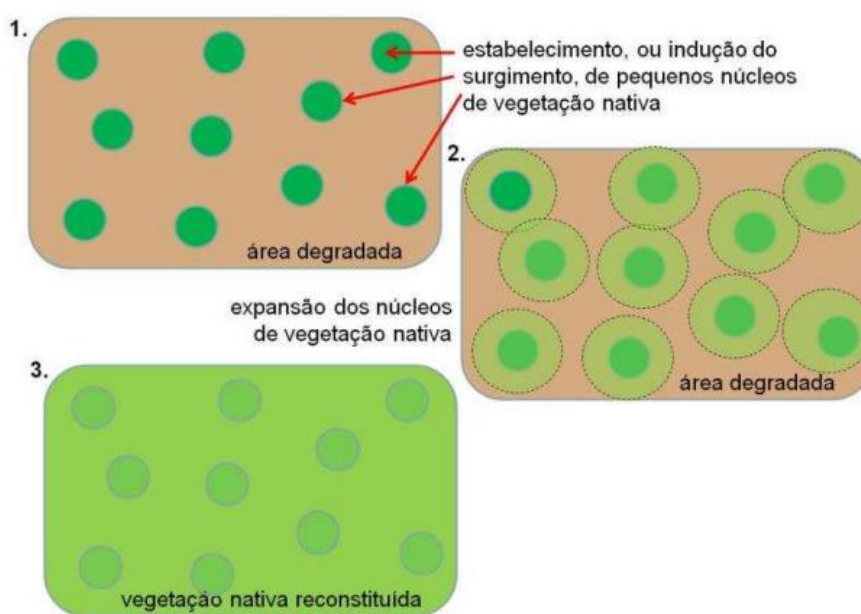
Como forma de garantir maior diversidade biológica ao reflorestamento, mudas de espécies nativas podem ser plantadas em áreas degradadas na configuração de ilhas de diversidade, também conhecido como Núcleos de Anderson. Esta é uma alternativa econômica e eficiente que implica na aceleração do processo de regeneração natural, essencial para o sucesso do projeto de restauração ecológica.

O modelo de restauração da vegetação por meio de ilhas de diversidade consiste no plantio de 5 mudas em formato de cruz, sendo uma delas centralizada e as outras quatro plantadas nos arredores, respeitando um espaçamento adequado entre elas. Essa distribuição propicia um desenvolvimento privilegiado à muda central, muitas vezes de estágio sucessional secundário ou de clímax, enquanto as mudas periféricas são pioneiras e se desenvolvem mais rápido. Como o grupo adquire uma arquitetura piramidal, os núcleos de vegetação formados viabilizam o estabelecimento de um microclima sombreado e ameno que diminui relativamente a taxa de mortalidade de mudas em relação ao modelo tradicional.

Um dos diferenciais das ilhas de diversidade, segundo Bechara (2006), é a sua eficácia com relação ao controle de gramíneas exóticas invasoras dentro dos núcleos, justamente pelo sombreamento rápido e plantio adensado. Além disso, os grupos de mudas podem atrair a fauna, que ao estabelecerem-se no meio, instigam a sua regeneração natural por meio das complexas relações ecossistêmicas que mantém entre si.

É possível observar na Figura 2, a esquematização do plantio de mudas em ilhas de diversidade e seus efeitos ao longo do tempo.

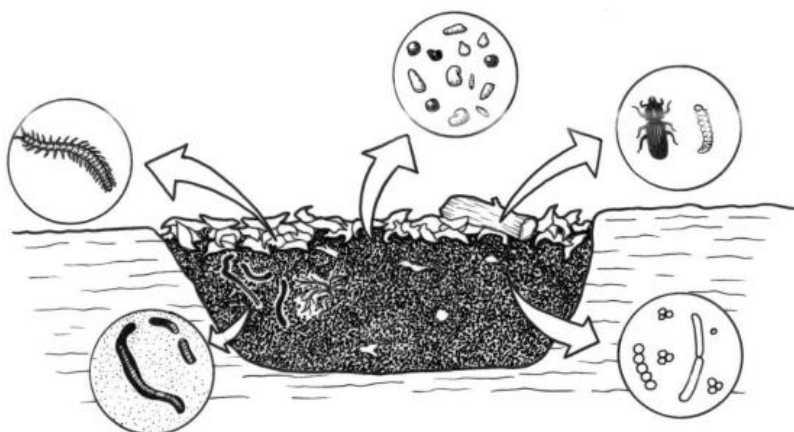
Figura 2 - Evolução de uma área degradada com a aplicação do plantio de mudas em ilhas de diversidade.



Fonte: BRANCALION (s/d).

A transposição de solo configura-se como uma das técnicas de restauração ecológica. Ela baseia-se na transferência de porções do horizonte orgânico de solos saudios para as áreas afetadas por processos erosivos (ESPÍNDOLA *et al.*, 2008). Como discorre Bechara *et al.* (2003), sua inserção em uma área degradada promove a recolonização das porções transpostas por microrganismos, sementes e outros propágulos, os quais atuam na ciclagem de nutrientes e fertilização do solo, restaurando-o (Figura 3).

Figura 3 - Transposição do horizonte orgânico do solo para uma área degradada.



Fonte: ESPÍNDOLA *et al.*, 2008.

Outra técnica que auxilia no processo de restauração do meio ambiente degradado, é o enleiramento de galharia (Figura 4). Nela, empilha-se resíduos florestais em pontos da área a ser restaurada. Tais estruturas formam abrigos com microclimas favoráveis ao desenvolvimento de animais, como roedores e insetos, além de possuírem potencial de rebrotação e germinação. Também contribuem com a agregação de matéria orgânica no solo, já que as folhas e os galhos são fonte de nutrientes para o solo, tornando esta técnica um diferencial nos projetos de recuperação de áreas degradadas (BECHARA *et al.*, 2003).

Figura 4 - Resíduos florestais enleirados.



Fonte: BECHARA *et al.*, 2006.

3.4 Microunidades edafoclimáticas

Apesar da crescente demanda por projetos que busquem a recuperação de florestas através da reconstrução de sua estrutura, biodiversidade e relações ecológicas, ainda são poucas as iniciativas que, de fato, alcançam o objetivo traçado. Isso se deve, principalmente, à escassez

de recursos e a conflitos de interesses diversos (GOUVEIA, 2019) que acabam por impossibilitar a efetivação de tais projetos.

Gouveia (2019) propôs a adoção de “microunidades edafoclimáticas” como método de análise das características físicas e biológicas das áreas a serem recuperadas, com o objetivo de otimizar os investimentos realizados em projetos de restauração florestal.

Partindo de conceitos trabalhados nas áreas da edafologia e da climatologia, é possível identificar padrões de semelhança entre as características de solos e microclimas das áreas para, assim, determinar as melhores espécies e técnicas de restauração a serem adotadas, de acordo com o nível de degradação diagnosticado.

Apresenta-se no Quadro 2, os atributos utilizados para a caracterização das microunidades segundo seus aspectos edafoclimáticos.

Quadro 2 - Atributos considerados na definição das microunidades edafoclimáticas.

	Atributos	Indicadores genéricos	Instrumentos	Classificação
Aspectos Edáficos	Atividade biológica	Serrapilheira	Visual Grid 20 x 20 cm	Ausente Incipiente Presente pouco decomposta Presente com vários estágios de decomposição
	Fertilidade	Horizonte A	Trado ou enxada	Presença Espessura Cor
	Umidade (Textura e Permeabilidade)	Profundidades 10 cm e 30 cm	Tátil Amostra seca e úmida	Arenoso Arenoargiloso Argiloarenoso Argiloso
	Amplitude térmica na superfície	Cobertura vegetal (Densidade e altura)	Visual	Baixa Média Alta
	Profundidade do nível hidrostático	Posição topográfica	Visual + Trado ou enxada	Superficial (< 30 cm) Subsuperficial (30 a 60 cm) Profundo (> 60 cm)
Aspectos Microclimáticos	Amplitude térmica	Cobertura vegetal (Densidade e altura)	Visual	Baixa Média Alta
	Umidade			
	Sombreamento			

Fonte: GOUVEIA, 2019.

Baseando-se nos resultados obtidos em tal avaliação, as espécies vegetais a serem introduzidas no espaço podem ser escolhidas segundo suas demandas hídricas - higrófilas, tropófilas, xerófilas - e de luminosidade - heliófitas, mesófitas e esciófitas (GOUVEIA, 2019; LIMA, 2018). Dessa forma, a taxa de perda de espécies é reduzida e o processo de sucessão ecológica é acelerado, viabilizando os plantios e a própria dinâmica de regeneração natural do

meio, o que é um grande avanço quando se pensa nos escassos recursos disponíveis para implantação e manutenção de projetos que visam a restauração de áreas degradadas.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Caracterização regional

De acordo com o IBGE (2020), Presidente Prudente é um município localizado no extremo oeste do estado de São Paulo, ocupando uma área de 560.637 km², e cuja população estimada para o ano de 2021 é de 231.953 habitantes. Além de seu perímetro urbano, quatro distritos compõem Presidente Prudente: Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis.

Suas origens se vinculam ao avanço da cafeicultura e a expansão dos trilhos da Estrada de Ferro Sorocabana para o interior do estado. Decorrente de tais eventos, houve a disputa de terras entre os coronéis Francisco de Paula Goulart e José Soares Marcondes, que resultou na segmentação da cidade em duas zonas: leste e oeste. A Vila Goulart surgiu na porção oeste de Presidente Prudente, e obteve crescente expansão urbana devido às características dos terrenos - localizados em colinas amplas e topos suavemente ondulados, fator que favoreceu a comercialização de loteamentos. Já a Vila Marcondes, se desenvolveu na porção leste do município, e seu relevo acidentado de vertentes declivosas prejudicou o processo de urbanização (NUNES e FUSHIMI, 2010; WHITACKER *et al.*, 2017).

Spósito (1983) utiliza a “segregação social do espaço” para explicar como as diferenças sociais e econômicas condicionaram a qualidade de vida da população a partir da expansão urbana de Presidente Prudente. Em complemento, Nunes e Fushimi (2010) sugerem que as condições físicas do meio influenciaram a urbanização do município, observando que a maior parte da população que possui condições econômicas, ocupam áreas com declividades baixas e médias; em contrapartida, a outra parte da população se estabelece em regiões com declividades médias e altas, onde os solos possuem baixa resistência à erosão.

Dos seus mais de 560 km² de extensão do município supracitado, cerca de 544 km² (97%) são áreas rurais (IBGE, 2019). É nesta porção que se localizam duas das mais antigas aglomerações rurais do município: o Timburi e o Primeiro de Maio. Ambos os bairros tomaram grande relevância no ano de 2019, de acordo com Moreira et al. (2020), quando passaram a compor a Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi (APA do Timburi).

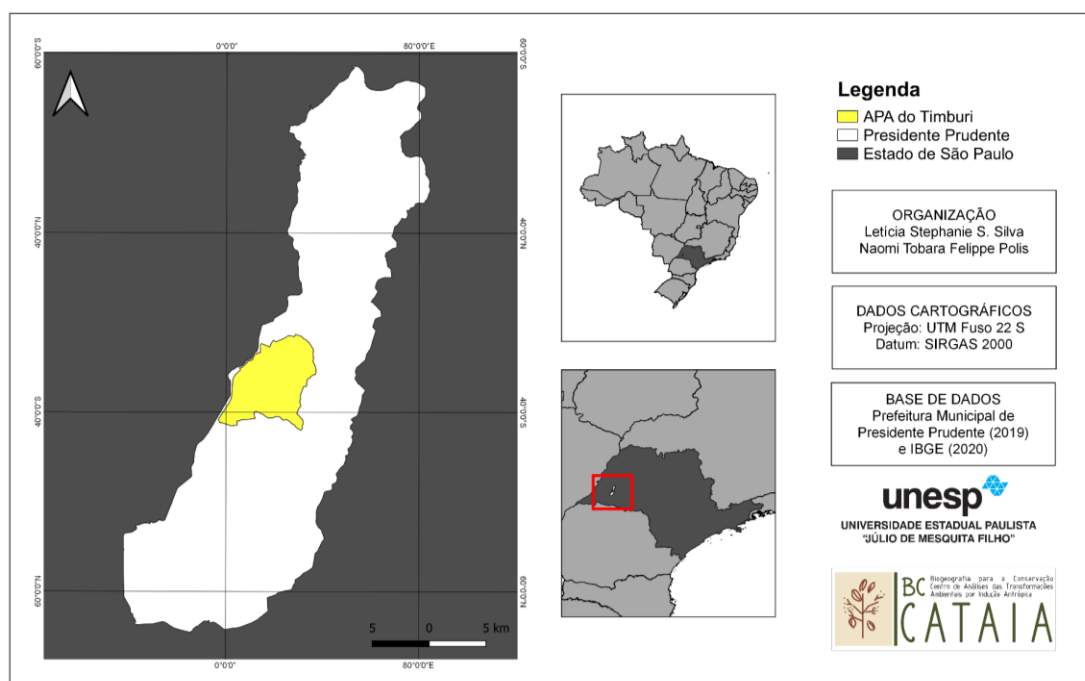
Essa provisão ocorreu após uma série de conflitos acerca da implantação de um aterro sanitário em uma das propriedades ali localizadas, a Fazenda Santa Apolônia. Tal designação gerou incômodo aos moradores de toda a região, que, juntamente ao setor público e à comunidade científica, figura da Universidade Estadual Paulista, foram responsáveis por barrar

o projeto, visto os inúmeros prejuízos que o empreendimento de tal categoria acarretaria ao meio ambiente e aos proprietários rurais da região.

A impossibilidade de implantação desse tipo de infraestrutura, segundo Moreira (2021), decorre do fato da área em questão apresentar grande diversidade biótica e abiótica, com destaque para inúmeras nascentes desprotegidas, que já percorriam por um histórico de intensa degradação. Dessa forma, encabeçou-se o projeto para tornar o perímetro dos dois bairros em uma Área de Proteção Ambiental.

Em março de 2019, após aprovação da prefeitura, instituiu-se a primeira Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável criada no município de Presidente Prudente (Figura 5), com a finalidade de “proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso de seus recursos naturais.” (PRESIDENTE PRUDENTE, 2019).

Figura 5 - Mapa de localização da Área de Preservação Ambiental do Timburi no município de Presidente Prudente - SP.



Fonte: Autoras (2022).

A APA em questão foi decretada englobando os dois bairros rurais supracitados, que possuem juntos 82 propriedades, segundo Donaton (2013). Possui uma área total de 4608,2 hectares e coordenadas geográficas aproximadas de 22°00'00"S e 51°22'00"O.

4.1.1 Geologia

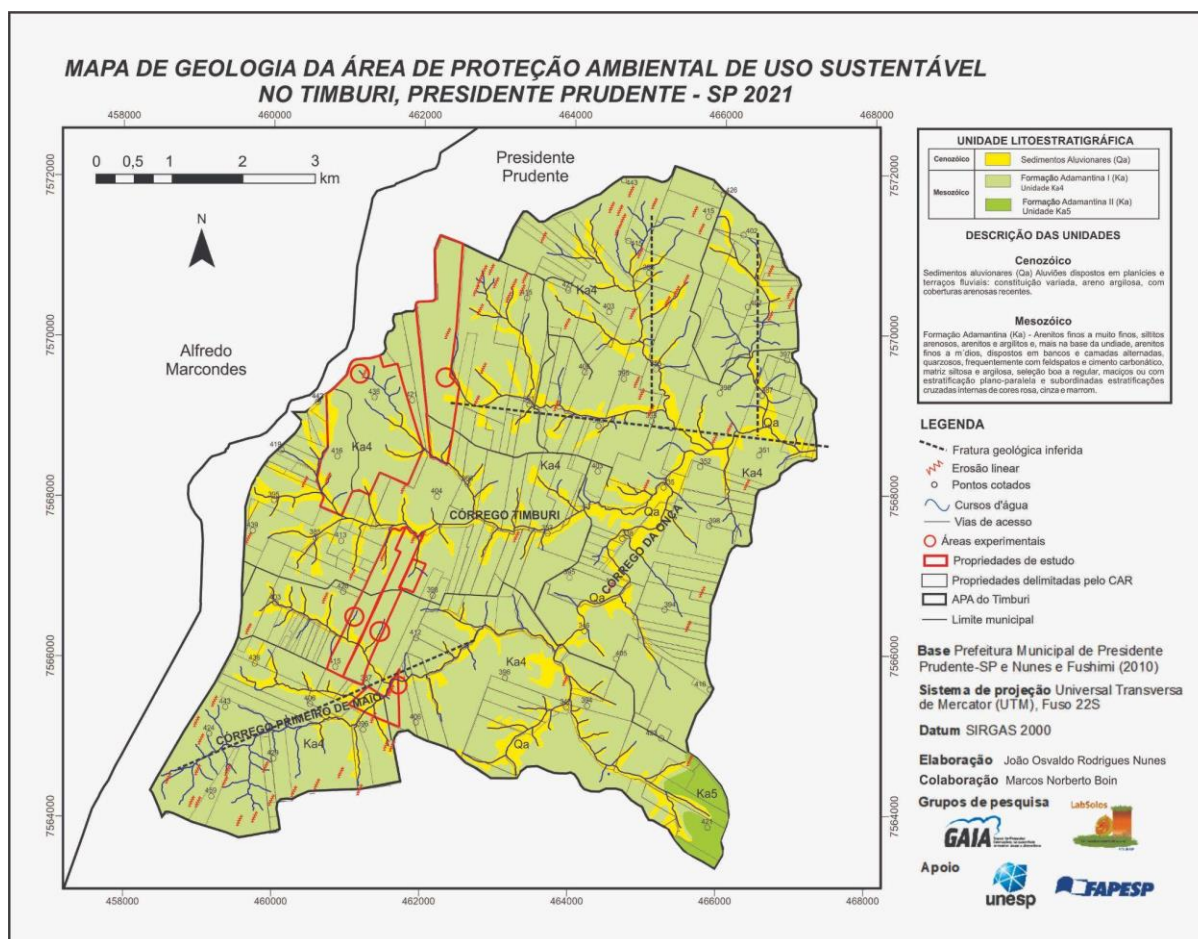
O município de Presidente Prudente, assim como a maior parte do território do estado de São Paulo, está sobre a Bacia Sedimentar do Paraná. Define-se bacia sedimentar como uma depressão previamente existente na crosta terrestre, que com o tempo, foi sendo coberta por diferentes tipos de sedimentos, como partículas de rochas, materiais orgânicos provenientes de animais e vegetais, entre outros. Como parte desse processo de formação, o peso e a pressão exercida pelos próprios sedimentos causaram novas subsidências e deformações, as quais transformaram estes sedimentos no que hoje se conhece como rochas sedimentares. Principais componentes da Bacia Sedimentar do Paraná, as rochas sedimentares são caracterizadas pela estratificação resultante da formação de camadas paralelas e horizontais em uma superfície (MOROZ-CACCIA GOUVEIA *et al.*, 2017).

As camadas de rochas de uma bacia sedimentar são classificadas em Grupos, e então em Formações, para um melhor entendimento de seu processo de gênese. No caso da Bacia Sedimentar do Paraná, o acúmulo de sedimentos ocorreu em diferentes momentos: inicialmente, quando a bacia era ocupada pelo oceano, em seguida com a Era glacial, passando pelo período carbonífero, de desertificação e de vulcanismo fissural. Finalmente, houve a deposição de arenitos continentais do Grupo Bauru, composto pelas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Marília e Adamantina, sendo que esta última ocorre em Presidente Prudente. O afloramento da Formação Adamantina traz para a estrutura geológica do município, a composição de depósitos fluviais com presença de arenitos finos a médios, que podem apresentar ação de agentes cimentantes ou nódulos carbonáticos.

Conforme abordado por Moroz-Caccia Gouveia *et al.* (2017), a Bacia Sedimentar do Paraná deixou de acumular sedimentos depois das formações do Grupo Bauru, e atualmente sofre intemperismo causado pelo escoamento superficial das águas pluviais. Tais processos erosivos fazem com que os sedimentos - areias, argilas e cascalheiras - sejam transportados até as redes de drenagem, onde formam acúmulos sedimentares denominados “depósitos aluvionares”.

A Figura 6 trata-se de um mapa de geologia elaborado por Nunes (2021) como ferramenta para seu estudo sobre fenômenos físicos que ocorrem na APA do Timburi.

Figura 6 - Mapa geológico da APA do Timburi.



Fonte: NUNES (2021).

4.1.2 Relevô

De acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (ROSS e MOROZ, 1996), o município de Presidente Prudente está situado na morfoescultura do Planalto Centro Ocidental, sendo caracterizado por formas de relevo decorrentes de processos erosivos, dentre as quais pode-se citar colinas maiores de topos tabulares e colinas menores de topos convexos. De forma geral, suas altimetrias variam de 300 a 700 m, enquanto as declividades médias das vertentes estão compreendidas entre 2% e 10%.

Nunes e Fushimi (2010) apresentam três compartimentos de relevo para o município, relacionando-os com suas formações geológicas e pedológicas:

1. Topos suavemente ondulados de colinas convexizadas, onde associam-se Latossolos Vermelhos ou Argissolos Vermelhos, além de Neossolos Regolíticos e do afloramento de arenitos da Formação Adamantina em determinados setores;

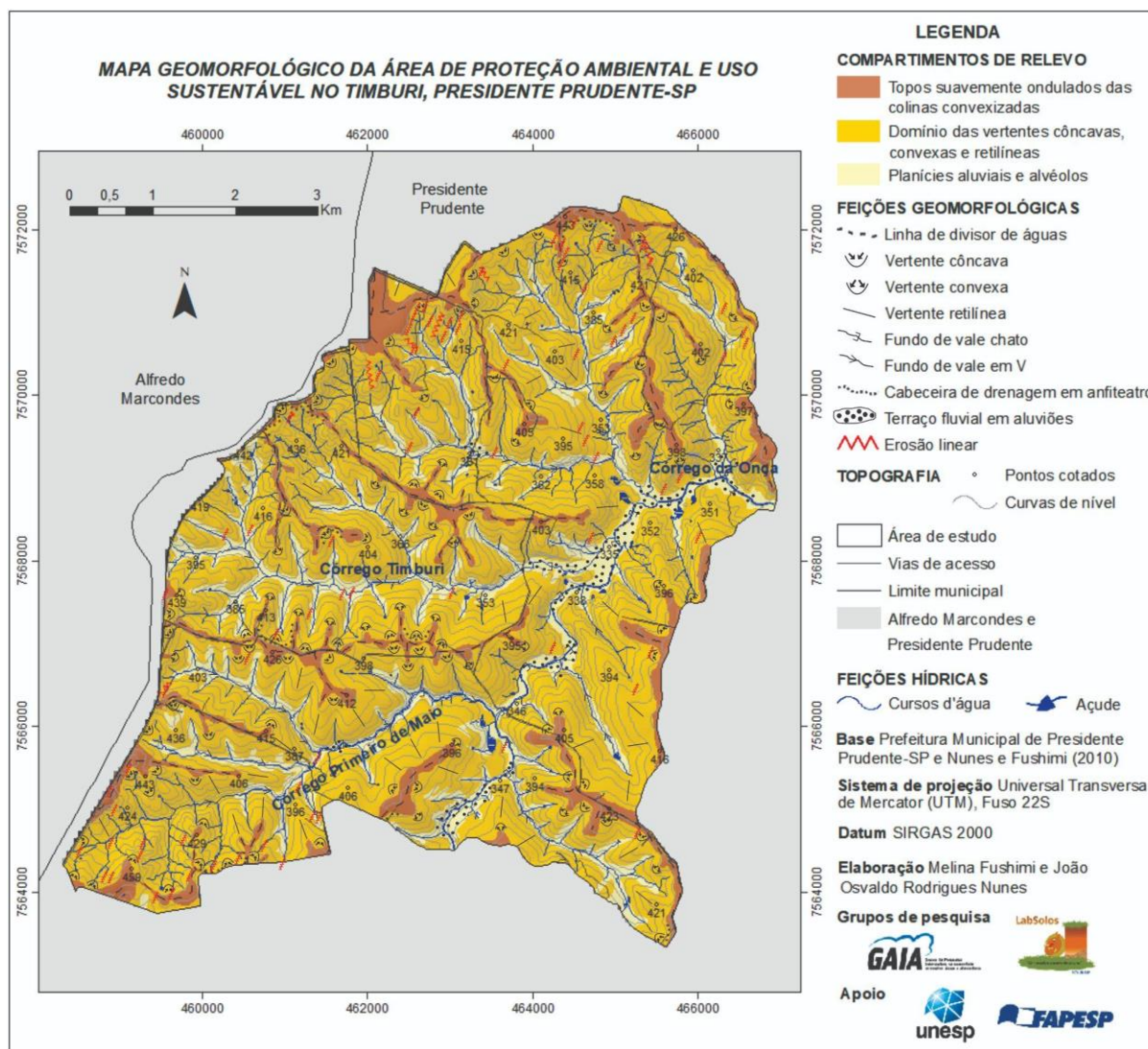
2. Prevalência de vertentes côncavas, convexas e retilíneas, onde ocorrem Argissolos Vermelhos ou Neossolos Regolíticos, sendo comum o afloramento de arenitos da Formação Adamantina;
3. Planícies aluviais e alvéolos onde encontram-se solos hidromórficos - Planossolos e Gleissolos - depósitos tecnogênicos de origem humana, além de pontuais afloramentos dos arenitos da Formação Adamantina.

Ainda segundo os autores, identifica-se uma rugosidade topográfica média no setor central do município, onde está localizada a área de estudo do presente projeto. Este, é composto por colinas menores, topos convexas com domínio de declividades acima de 20%, e vertentes convexas. As vertentes côncavas, existentes em algumas porções do setor, prevalecem nas cabeceiras de drenagens onde iniciam-se canais fluviais.

Outra característica geomorfológica desta porção do município, são os fundos de vales encaixados em “V”, que quando somados às rochas sedimentares pouco friáveis da Formação Adamantina, implicam em média a alta fragilidade ambiental a processos erosivos (MOROZ-CACCIA GOUVEIA *et al.*, 2017).

Ao examinar especificamente a Área de Preservação Ambiental (APA) do Timburi, pode-se compreender melhor a morfologia do local de estudo, em destaque na Figura 7.

Figura 7 - Mapa geomorfológico da APA do Timburi.



Fonte: MOREIRA *et al.* (2020).

Como descreve Moreira *et al.* (2020), trata-se de uma área na qual há predomínio de vertentes convexas, porções do relevo nas quais ocorrem feições erosivas lineares em maior escala, consequência do escoamento superficial concentrado de águas pluviais. Também é pontuado que, apesar de existentes, as vertentes côncavas encontram-se em menor número, e as vertentes retilíneas marcam os fundos de vale da região.

4.1.3 Solo

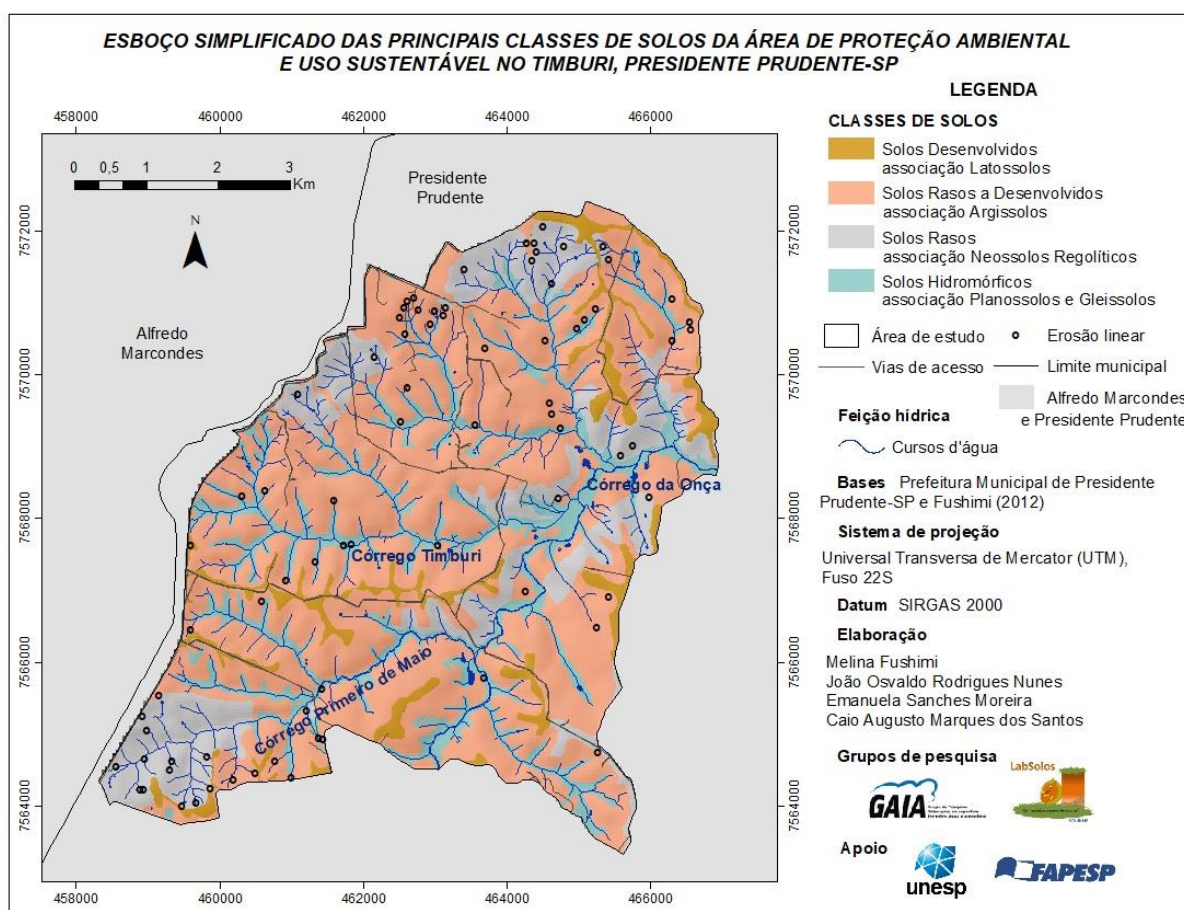
No Oeste Paulista, segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, são mapeados oito tipos de solos: os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA); os Argissolos Vermelhos (PV); os Latossolos Vermelhos (LV); os Nitossolos Vermelhos (NV); os Gleissolos Háplicos (GX);

os Neossolos Quartzarênicos (RQ); os Neossolos Flúvicos (RU) e os Neossolos Litólicos (RL) (ROSSI, 2017).

No município de Presidente Prudente, os mais representativos são os Argissolos Vermelhos e os Latossolos Vermelhos, em decorrência dos processos pedogênicos ocorridos em rochas areníticas do Grupo Bauru e basálticas do Grupo São Bento (MOREIRA et al, 2020). Além dos Argissolos e Latossolos, a pesquisadora Fushimi (2012) mapeou a presença de outros três tipos no município referido, são eles: os Neossolos Litólicos, os Gleissolos e os Planossolos.

Na APA do Timburi são encontradas três dessas classes de solo, são elas: solos rasos e desenvolvidos com associação ao Argissolo, os solos hidromórficos associados aos Gleissolos e o Neossolo Quartzarênico, que podem ser observados na Figura 8.

Figura 8 - Mapa das principais classes de solo da APA do Timburi.



Fonte: MOREIRA et al. (2020).

De acordo com Rossi (2017), os Argissolos da região são classificados como Vermelho-Amarelo e Vermelho Latossólico ou típico, com horizonte A moderado ou fraco e textura

arenosa/média distrófica, encontrados em relevos ondulados. Os Gleissolos são encontrados somente nas redes de drenagem, pois são solos caracterizados pela má drenagem, que sofrem grande influência das vertentes, se mantendo encharcados o ano todo. Por fim, ainda segundo o autor, o Neossolo Quartzarênico apresenta textura arenosa e horizonte A ausente, característica que o torna mais frágil perante às intervenções antrópicas, apesar de estar presente em relevos planos ou suavemente ondulados.

4.1.4 Clima

O município de Presidente Prudente localiza-se sob um regime de clima tropical, numa área de transição climática, que recebe a influência da maioria dos sistemas atmosféricos presentes na América do Sul (CARDOSO; AMORIM, 2014).

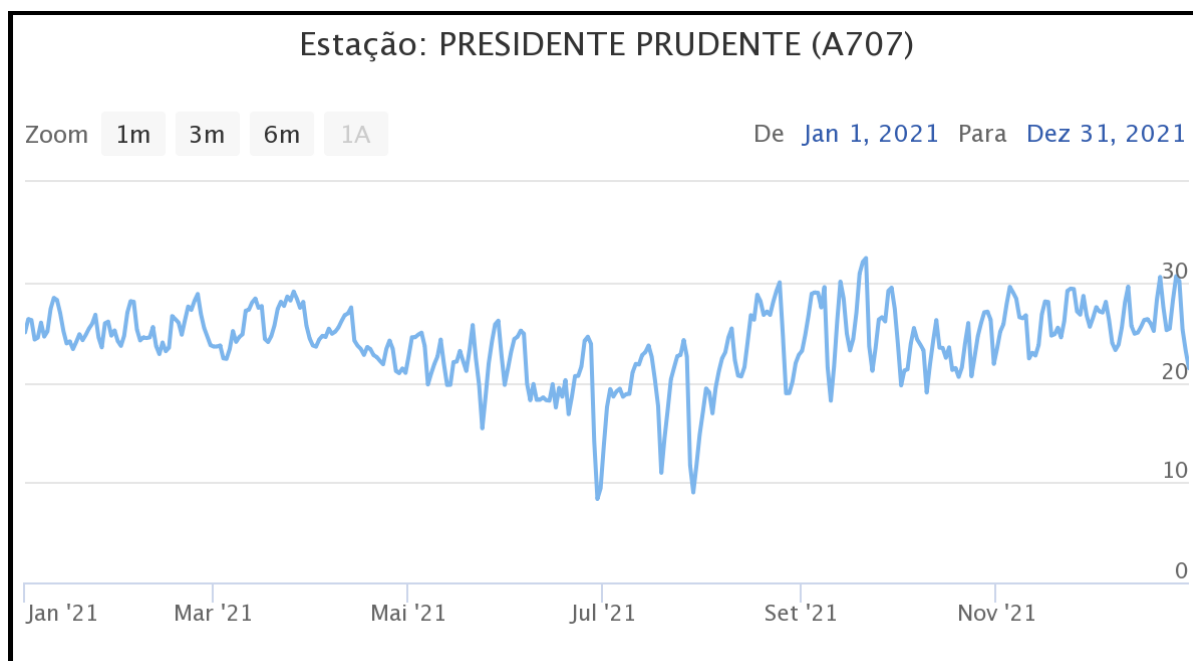
Presidente Prudente apresenta um clima tropical, com duas estações definidas, um período de verão/outono, mais quente (temperaturas médias das máximas entre os 27 °C e 29°C) e muito chuvoso (entre 150 e 200 mm mensais) e invernos amenos (com temperaturas médias das mínimas entre os 16°C e 18°C) e menos úmidos (chuvas mensais entre os 20 e 50 mm)(AMORIM; MONTEIRO, 2011, p. 5).

Por consequência, de acordo com Barrios e Sant'Anna Neto (1996), a sazonalidade climática da cidade pode ser caracterizada por um período quente e chuvoso entre outubro e março e, outro mais ameno e seco, entre abril e setembro, quando ocorre a queda de temperatura em detrimento da entrada das massas polares.

A caracterização climática do município em estudo pode ser relacionada a fatores como a incidência de radiação solar, o relevo, a continentalidade e os sistemas atmosféricos, mas, além disso, de acordo com Tommaselli *et al* (2017), existem outros dois aspectos importantes que auxiliam a compreensão da dinâmica do clima: a expansão territorial urbana e o desmatamento recorrente tanto no município como ao seu entorno.

Sob estas condições, de acordo com registros meteorológicos do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2022), no ano de 2021, a cidade de Presidente Prudente apresentou a média anual de temperatura de 23,9°C, valor um pouco abaixo da média histórica (24,3°C), e tal fato se deve ao registro de temperaturas baixíssimas no inverno, de maneira geral.

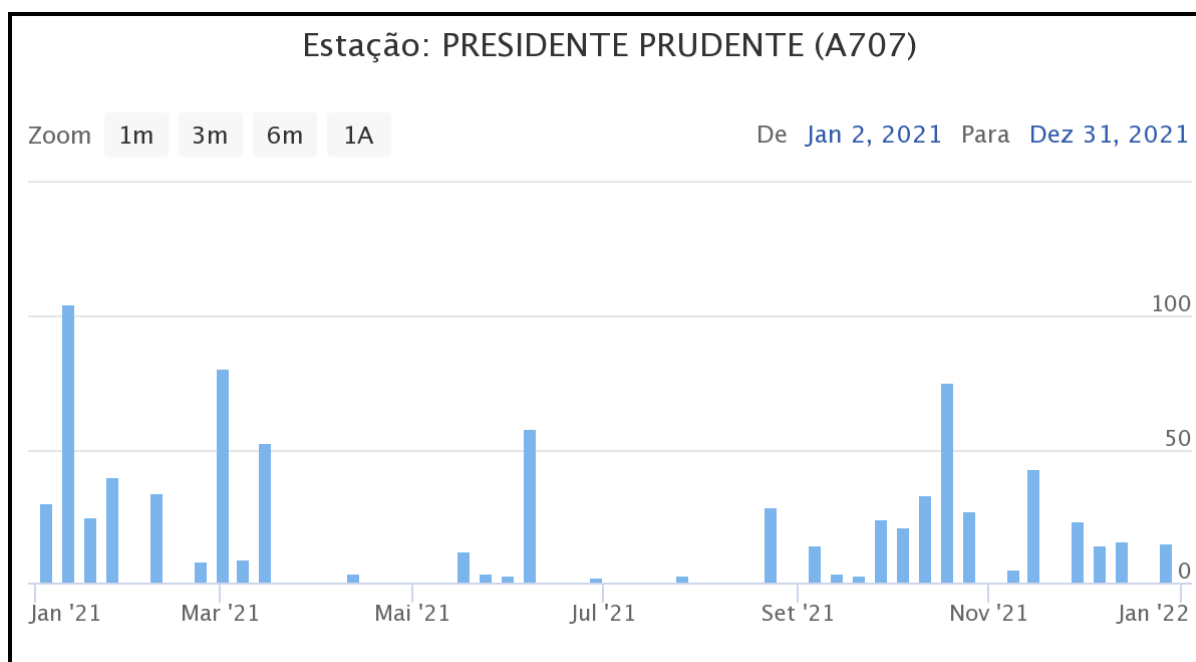
Figura 9 - Temperatura média de Presidente Prudente ao longo dos meses em 2021.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2022).

Ainda conforme o INMET (2022), os índices pluviométricos se mantiveram significativamente abaixo da média histórica da região, de 1300 mm, apresentando o acúmulo de apenas 850 mm de chuva no ano de 2021.

Figura 10 - Precipitação anual de Presidente Prudente ao longo dos meses em 2021.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2022).

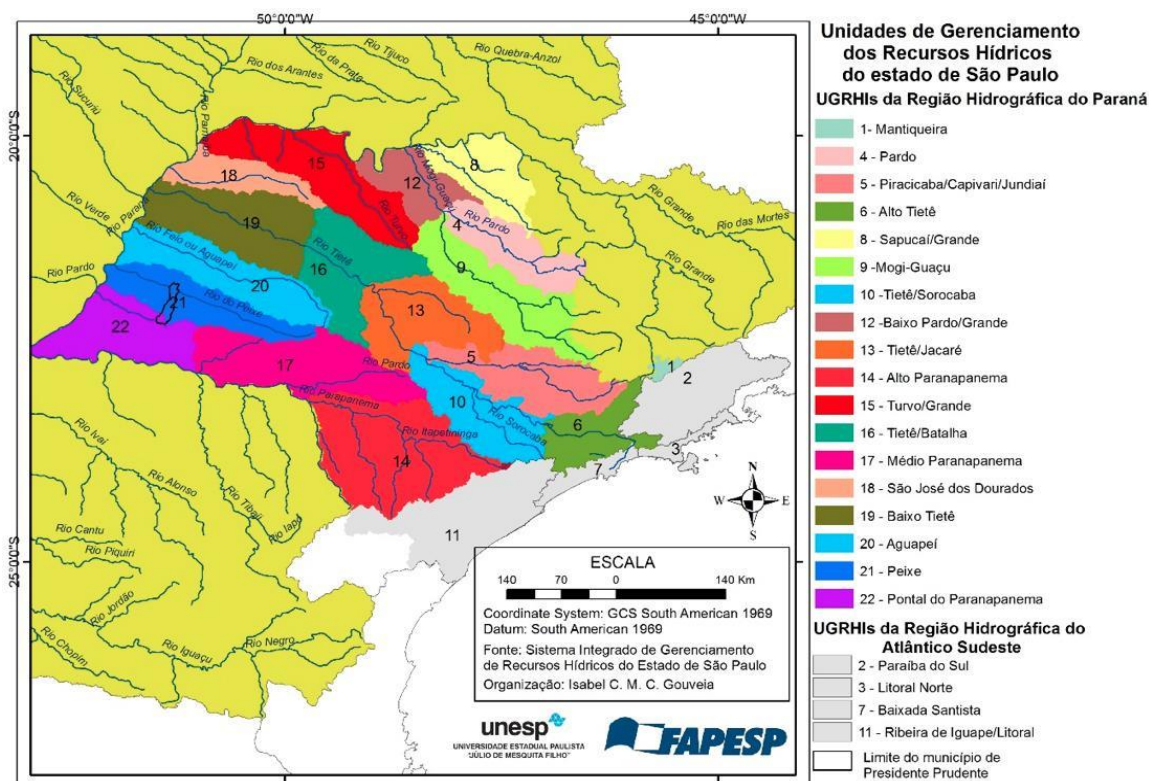
A seca registrada no ano em questão repercutiu diversos impactos na agropecuária, reservatórios de usinas hidrelétricas, além de contribuir com a incidência de doenças respiratórias, devido à diminuição da umidade do ar.

4.1.5 Hidrografia

O município de Presidente Prudente tem seu território localizado no que é chamado de Região Hidrográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), essa região hidrográfica possui uma área de 879.873 km² e possui a maior demanda por recursos hídricos do país, equivalente a 736 m³/s, que corresponde a 31% da demanda nacional.

Conforme abordado por Moroz-Caccia Gouveia *et al.* (2017), a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, por sua vez, é subdividida em bacias hidrográficas menores, que no estado de São Paulo são denominadas Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHIs). O estado de São Paulo é segmentado por 18 UGRHIs, e o município de Presidente Prudente tem seu território pertencente majoritariamente na UGHRI do Peixe (21); e uma pequena parte na UGHRI do Pontal do Paranapanema (22), como pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de São Paulo.



Fonte: MOROZ-CACCIA GOUVEIA *et al.* (2017).

A UGRHI do Pontal do Paranapanema, localizada na porção sul do município, pode ser subdividida nas sub-bacias Rio do Peixe, partida, ainda, no Córrego do Cedro; e no Córrego do Limoeiro, que fragmenta-se no Córrego do Veado. Já a UGRHI do Peixe, compreende 3 sub-bacias hidrográficas: Rio do Peixe, Córrego do Pereira e Rio Mandaguari, sendo que esta última pode ser subdividida, ainda, como Córrego da Onça.

A APA do Timburi é constituída por diversas bacias hidrográficas, sendo as principais afluentes do Córrego da Onça: o Córrego do Primeiro de Maio e o Córrego Timburi. A parcela, objeto de estudo deste trabalho, está situada às margens do Córrego Primeiro de Maio, conforme demonstrado por Lima (2021) na Figura 12.

Figura 12 - Mapa da hidrografia da APA do Timburi.



Fonte: LIMA (2021).

De acordo com Gonçalves e Moreira (2021), o Córrego da Onça é o principal corpo d'água da Bacia do Rio do Peixe, o qual representa a maior fonte de abastecimento de água potável do município. Este é um fator importante a ser considerado em termos de restauração ecológica, visto que o fomento da recuperação da vegetação ripária encadeia uma rede de melhores condições para os cursos d'água, denotando seu valor substancial para as políticas de manejo e gerenciamento de recursos hídricos.

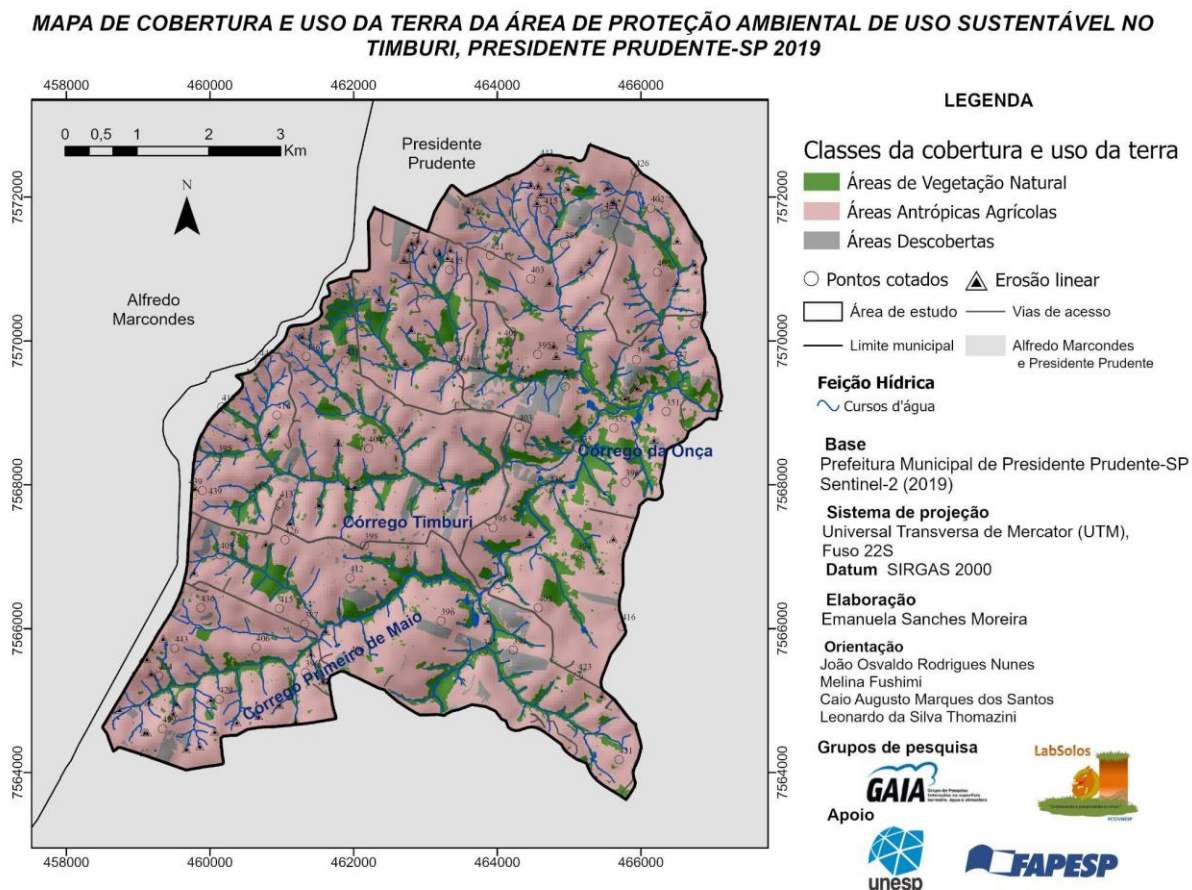
4.1.6 Cobertura e uso da terra

O município de Presidente Prudente, anterior ao processo de expansão urbana, era recoberto originalmente por Floresta Estacional Semidecidual, pertencente ao bioma Mata Atlântica (QUEIROZ NETO, 2001). Esta configuração florestal é conceituada ecologicamente em função da ocorrência do clima estacional que determina a semideciduidade da folhagem da cobertura florestal, desse modo, espécies caducifólias perdem suas folhas no período seco e representam entre 20 a 50% das espécies presentes na região (IBGE, 2012).

No entanto, conforme dissertado por Queiroz Neto (2001), a região passou e vem passando por intensas transformações paisagísticas, em detrimento de processos históricos e econômicos, nas quais a vegetação nativa foi gradativamente sendo substituída por pastagens e cultivos agrícolas. Conforme exemplificado por Moreira (2021), atualmente, em toda a região, só é possível encontrar resquícios significativos de Mata Atlântica preservada no Parque Estadual Morro do Diabo, em Teodoro Sampaio, localizado a 130 quilômetros de Presidente Prudente.

Na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no bairro Timburi, onde se localiza a parcela 6 em estudo, o cenário não é diferente do encontrado na região. Segundo Donaton (2013), a economia da APA advém da agropecuária, destacando-se as atividades de pecuária de corte e leiteira. Além disso, há produção de frutas, verduras e legumes, sendo a batata doce o principal cultivo no local. Salienta-se, ainda, o arrendamento de terras por parte dos donos, para exercício destas atividades.

Figura 13 - Mapa de cobertura e uso da terra na APA do Timburi.



Fonte: MOREIRA *et al.* (2020).

Conforme evidenciado na Figura 13, as áreas de vegetação nativa foram intensamente suprimidas na APA do Timburi. Nunes (2019) aponta que restaram apenas 127 fragmentos de matas residuais, o que corresponde a 11,24% da área total da APA. Tais fragmentos se restringem apenas ao longo dos cursos d'água, ainda que bastante desagregados, e, certamente, só não foram extinguidos por conta das restrições impostas pela legislação ambiental do país, por se tratarem de Áreas de Preservação Permanente (APP).

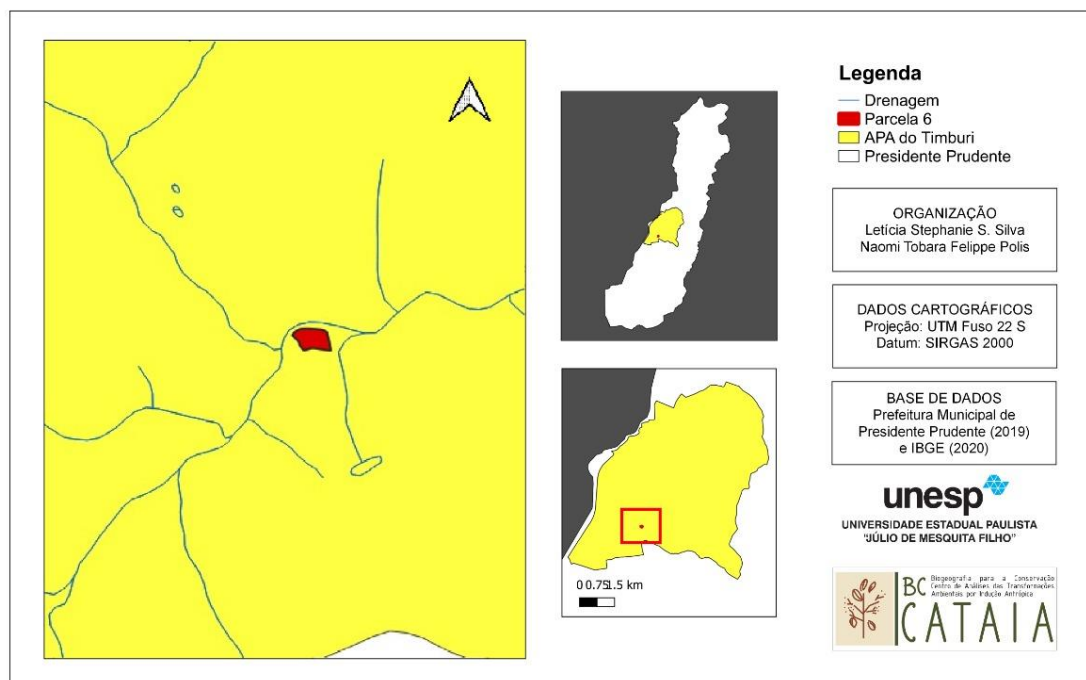
4.2 Caracterização local

A área de implantação deste projeto, denominada “Parcela 6”, é uma gleba contida em uma das faixas marginais do Córrego Primeiro de Maio, afluente do Córrego da Onça, em Presidente Prudente - SP. O local de estudo faz parte da Área de Preservação Permanente

(APP) de um imóvel rural de 19,36 hectares, localizado na Estrada da Galopeira, Km 2, no bairro rural Primeiro de Maio, com acesso no Km 22 da Rodovia Júlio Budisk (SP-501).

A Figura 14 destaca a localização da Parcela 6 dentro da APA do Timburi, no município de Presidente Prudente - SP.

Figura 14 - Mapa de localização da Parcela 6 dentro da APA do Timburi em Presidente Prudente - SP.



Fonte: Autoras (2022).

A gleba ocupa uma área de 2760 m² dentro da APP da propriedade e suas coordenadas são 22°01'28.19'' S e 51°37'32.43'' W.

4.2.1 Situação do entorno

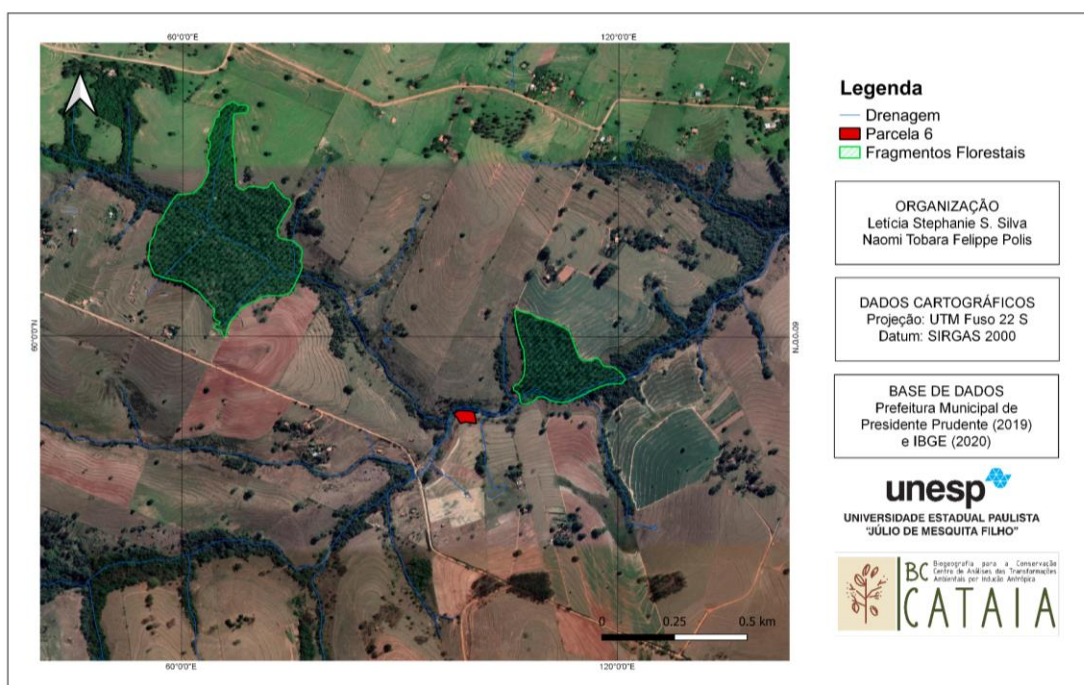
Extensas áreas do município de Presidente Prudente, assim como de demais regiões do interior do país, apresentam baixo nível de cobertura florestal devido ao avanço da agricultura e da pecuária, que há décadas vem desmatando a vegetação nativa para a expansão de suas atividades. Pesquisas realizadas na APA do Timburi, como as de Moreira et al. (2020), Thomazini et al. (2021), e Gonçalves & Moreira (2021), expõem os impactos ambientais de atividades agropecuárias sobre os cursos d'água, solos e fragmentos florestais que ainda

restam, principalmente no que tange à formação de processos erosivos e assoreamento de córregos.

Ao analisar o entorno do imóvel de interesse através de uma imagem de satélite, nota-se que atividades semelhantes ocorrem nas propriedades rurais vizinhas. São poucos e isolados os fragmentos vegetais existentes, sendo estes compostos por elementos arbóreos e arbustivos que conferem à paisagem local uma fisionomia savânica.

Observando a Figura 15, percebe-se que, por mais que exista um remanescente do outro lado do córrego à frente da Parcela 6, os fragmentos de mata nativa mais abundantes encontram-se distantes. No sentido nordeste da área de estudo, identifica-se um maciço florestal de aproximadamente 70.000 m² a mais de 150 metros de distância, enquanto outro com pouco mais de 200.000 m² pode ser visualizado a cerca de 750 metros. Pela falta de cobertura florestal nas Áreas de Preservação Permanente, evidencia-se que o entorno imediatamente mais próximo ao local de estudo é um dos mais degradados na região.

Figura 15 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nos fragmentos florestais ainda preservados no entorno da área de estudo.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2022).

A descontinuidade da vegetação ao longo das margens dos cursos d'água e nascentes compromete a existência de corredores ecológicos que poderiam conectar fragmentos florestais. Dessa forma, entende-se que “a estrutura da paisagem é modificada, resultando em

mudanças na composição e diversidade das comunidades” (TRES, 2006). Como consequência da formação de áreas isoladas, o fluxo gênico entre espécies da fauna e da flora deixa de ocorrer, e o processo de regeneração natural é dificultado.

O predomínio de espécies invasoras reflete um evidente desequilíbrio ecológico, auxiliando na análise ambiental do entorno da propriedade. Como tais espécies são mais aptas a estabelecerem-se em locais com exposição solar, solos pobres em nutrientes e poucos recursos para sobreviver, um cenário de competição ecológica desfavorece as espécies nativas, que acabam sendo suprimidas (CRUZ, 2015). Quando espécies herbáceas e gramíneas invasoras substituem estratos florestais, a dinâmica do meio e as próprias relações ecológicas são alteradas, fazendo com que serviços ambientais essenciais sejam limitados (LIMA, 2020).

Recentemente, máquinas foram utilizadas para o parcelamento do solo no imóvel de interesse, objetivando a comercialização de loteamentos, o que implicou em mais alterações na paisagem local, como pode-se observar na comparação das Figuras 16 e 17. Como consequência, erosões têm se formado à montante da APP, gerando movimentações de terra em direção à área de restauração e ao curso d’água ali presente.

Figura 16 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nos usos da terra na propriedade em 2018.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2022).

Figura 17 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nos usos da terra na propriedade em 2021.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2022).

Este panorama do entorno reflete o estado da propriedade objeto de estudo, uma vez que por muito tempo a pastagem foi a atividade principal e hoje, a problemática que aflige a região, é o atual uso da terra para loteamento.

O tópico a seguir detalha as condições do meio físico e biológico da Parcela 6 frente às adversidades acima descritas.

4.2.2 Diagnóstico ambiental da Parcela 6

Lima (2018) em sua pesquisa intitulada “Projeto de restauração ecológica em Área de Preservação Permanente em propriedade rural no município de Presidente Prudente - SP, utilizando técnicas de nucleação”, realizou o diagnóstico ambiental da Parcela 6. Desde então, ajustes foram realizados quanto ao limite da gleba, mas seus atributos físicos e biológicos não apresentaram alterações consideráveis. Dessa forma, o presente tópico baseia-se nas contribuições de Lima (2018) para a descrição da área de estudo.

Ao resgatar suas constatações, percebe-se uma clara influência das características regionais na gleba. Por situar-se na morfoestrutura da Formação Adamantina, sobre a Bacia Sedimentar do Paraná, compor a morfoescultura do Planalto Centro Ocidental com declividades de 10 a 20%, e sofrer influências climáticas do clima tropical sub-quento e úmido, os solos encontrados na Parcela 6 são mais desenvolvidos, como o Argissolo Vermelho-Amarelo (LIMA, 2018). Em sua pesquisa, a autora também identificou neossolos quartzarênicos no local, mas com a necessidade de redefinir os limites da Parcela 6, a porção na qual se encontrava deixou de fazer parte da área de estudo.

Condizendo com os dados secundários levantados na caracterização da região, a fitofisionomia da Floresta Estacional Semidecidual, parte do bioma Mata Atlântica, condicionou a formação da vegetação originalmente presente na área. O que se observa atualmente na gleba, no entanto, é uma composição vegetal com predominância de espécies exóticas, como *Bracchiarea sp.* e *Solanum aculeatissimum* (Figura 18). Isso é explicado pelo uso prévio da propriedade para pastagem de gado, o que certamente dificultou o estabelecimento de indivíduos de espécies nativas, favorecendo o desenvolvimento de espécies mais resistentes de gramíneas exóticas invasoras na Parcela 6.

Figura 18 - Indivíduos das espécies *Bracchiarea sp.* e *Solanum aculeatissimum*.



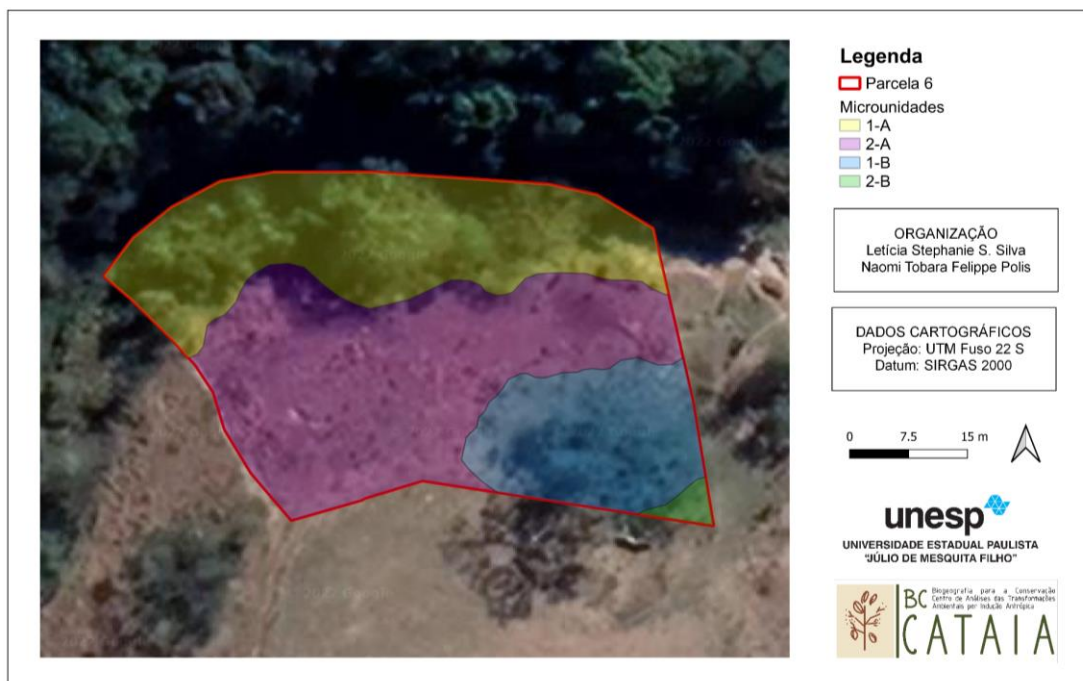
Fonte: Autoras (2021).

Ainda assim, existem no local pequenos núcleos densos de vegetação nativa com espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, que contribuem com o sombreamento do solo de parte da Parcela 6, atribuindo a estas porções características distintas às das porções de solo exposto. As zonas sombreadas possuem menor amplitude térmica, solo mais úmido, mais diversidade de microrganismos e maiores índices de fertilidade (GOUVEIA, 2019), atributos estes que aumentam o potencial de crescimento de mudas e regenerantes nativos.

Além do sombreamento, outro fator que contribui para as características dos solos da gleba é a distância até o córrego, uma vez que as zonas mais próximas possuem solos mais úmidos e as porções mais distantes sofrem mais com o efeito da radiação solar, em especial as áreas de solo exposto. Mesmo que uma região esteja próxima ao curso d'água, seu solo não será tão fértil, a menos que esteja em uma zona de influência dos núcleos de vegetação, pois a serapilheira composta por detritos orgânicos é necessária para a formação de um horizonte A constituído (LIMA, 2018), indicador da riqueza de nutrientes no solo.

Assim, quando constatado que o relevo e o sombreamento são elementos que influenciam as características do solo, originou-se a ideia da subdivisão da área da parcela 6 em Microunidades Edafoclimáticas (Figura 19) como ferramenta para o diagnóstico e planejamento de um projeto de restauração que fosse mais efetivo quanto à escolha das melhores espécies e técnicas para a recuperação ambiental da gleba (LIMA, 2020).

Figura 19 - Mapa da Parcela 6 subdividida em Microunidades Edafoclimáticas.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2022).

Conforme ilustrado acima, tem-se como as microunidades edafoclimáticas da Parcela 6: Microunidade 1-A, situada às margens do córrego Primeiro de Maio; Microunidade 2-A, compondo uma grande área tomada por gramíneas exóticas; Microunidade 1-B, composta por um núcleo de vegetação mais denso, quase no limite da gleba; e Microunidade 2-B, como uma pequena porção da parcela, consequência das alterações realizadas na demarcação da área de implantação deste projeto.

Para a exposição do que foi identificado no diagnóstico ambiental de Lima (2018) e adequado no presente estudo, cabe neste momento a descrição dos atributos físicos e biológicos da Parcela 6, a partir da perspectiva das microunidades edafoclimáticas.

A Microunidade 1-A possui uma área de 992 m² e compreende um trecho de aproximadamente 75 metros ao longo do córrego em sua extensão Norte, avançando cerca de 40 metros para o interior da Área de Preservação Permanente. A porção é caracterizada como um terraço aluvial (Figura 20), superfície levemente inclinada que compõe o fundo de vale onde o córrego se forma. Por essa razão, o solo encontrado ali é bastante úmido e constatou-se, por meio de tradagem, a presença do horizonte edáfico A (LIMA, 2018), zona na qual a matéria orgânica se agrega aos minerais, o que proporciona uma alta atividade biológica.

Figura 20 - Terraço aluvial da Microunidade 1-A.



Fonte: Autoras (2021).

Mesmo com a presença de algumas espécies exóticas, a Microunidade 1-A possui a maior parte de sua área sombreada por vegetação nativa em estágio secundário de regeneração (Figura 21), sendo esta originalmente caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, devido a proximidade do corpo d'água. Apesar dos poucos exemplares arbóreos, a cobertura vegetal da porção conta com diversas espécies de vegetação arbustiva e herbácea. Também é possível observar grande quantidade de serrapilheira em estágio avançado de decomposição. Tais fatores em conjunto indicam grande potencial de regeneração para essa parte da gleba (LIMA, 2018).

Figura 21 - Vegetação em estágio secundário presente na Microunidade 1-A.



Fonte: Autoras (2021).

A Microunidade 2-A possui uma área de 1241 m² e está situada entre as Microunidades 1-A e 1-B, a uma distância média de 14 metros do córrego. Esta porção da Parcela 6, por ser originalmente caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, indica sua posição na parte mais elevada do terraço fluvial, área de deposição de sedimentos erodidos pela ação do córrego, sob efeito do aumento do nível da água. Atualmente, observa-se no local uma fisionomia estépica/campestre associada à predominância de espécies herbáceas, como gramíneas exóticas invasoras (Figura 22). A falta de cobertura florestal expõe essa porção da gleba a altos níveis de radiação solar, o que ocasiona uma elevada amplitude térmica a nível do solo e gera um solo com pouca serapilheira, que possui um horizonte A ausente, textura arenosa e alta permeabilidade (LIMA, 2018).

Figura 22 - Predominância de espécies herbáceas na Microunidade 2-A.



Fonte: Autoras (2021).

A Microunidade 1-B possui uma área de 497 m² e caracteriza-se como uma baixa vertente de colina ampla, situada a pelo menos 25 metros do córrego. É uma parte da gleba que apresenta fisionomia de vegetação secundária, compreendendo, inclusive, um pequeno remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Submontana em estágio inicial de sucessão ecológica (Figura 23).

Figura 23 - Remanescente de vegetação nativa na Microunidade 1-B.



Fonte: Autoras (2021).

A porção é recoberta por arbustos e exemplares arbóreos, sendo estes responsáveis por cerca de $\frac{1}{3}$ do sombreamento da microunidade; constatou-se, ainda, a presença de algumas espécies exóticas no local (LIMA, 2018). Nas visitas realizadas por Lima (2018), foram identificadas nesta microunidade as espécies vegetais listadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Espécies identificadas em visitas a campo.

Espécie	Nome científico	Família	Porte
Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens Tul</i>	Caesalpinaceae	Arbórea
Braquiária	<i>Brachiaria sp.</i>	Poaceae	Herbácea
Farinha seca	<i>Albizia hasslerii</i>	Leguminosae- Mimosoideae	Arbórea
Leiteiro	<i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i>	Apocynaceae	Arbórea
Mata-rato	<i>Asclepias curassavica</i>	Asclepiadaceae	Herbácea

Fonte: LIMA, 2018 (Organizado pelas autoras).

A Microunidade 2-B possui uma pequena área de 30 m² devido às recentes alterações nos limites da Parcela 6, motivo pelo qual o ponto onde identificou-se Neossolo Quartzarênico não faz mais parte da Parcela 6. O pequeno trecho que restou situa-se bem próximo a Microunidade 1-B, no limite Sudoeste da área de estudo, e assim como ela, está contido em uma baixa vertente de colina ampla (Figura 24).

Figura 24 - Área da Microunidade 2-B após adequação da Parcela 6.



Fonte: Autoras (2021).

Antes da redefinição das divisas da gleba, essa porção possuía características semelhantes à Microunidade 2-A: fisionomia estépica/campestre e cobertura vegetal limitada à herbáceas e outras espécies de gramíneas (LIMA, 2018). A principal distinção entre as duas, é que essa microunidade está em uma posição do relevo mais elevada e a uma distância maior do córrego, cerca de 40 metros.

Ainda no diagnóstico ambiental apresentado por Lima (2018), um sulco erosivo foi observado onde hoje se encontra o limite Leste da Parcela 6 (Figura 25). Como o local de implantação do projeto encontra-se nas áreas mais baixas do relevo, é natural que receba o fluxo de água das chuvas que se origina nas partes mais elevadas da propriedade e esco superficialmente pela ação da gravidade em direção ao fundo de vale (ARAÚJO *et al.*, 2018). No entanto, a falta de cobertura florestal à montante da Parcela 6 e o uso da propriedade para

pastagem de gado, fazem com que o solo exposto não possua barreiras físicas capazes de quebrar a energia do fluxo de água em episódios de pluviosidade intensa, causando as erosões encontradas.

Figura 25 - Sulco erosivo registrado por Lima (2018) a Leste da Parcela 6, junto à Microunidade 2-B.



Fonte: LIMA, 2018.

Segundo a autora, a erosão encontrava-se estabilizada na época pela ação de gramíneas e espécies herbáceas que a recobriam (LIMA, 2018). Porém, por muito tempo a APP do imóvel esteve exposta, sem o cercamento adequado para impedir a entrada do gado, e a consequência disso foi o avanço dos processos erosivos ao ponto de ser necessária intervenção humana. Assim, no ano de 2021, a APP finalmente foi cercada e o próprio morador utilizou-se da técnica de bioengenharia, a partir de barreiras de bambu, para a estabilização e contenção das erosões ali presentes, como é possível observar na Figura 26.

Figura 26 - Situação atual da erosão presente no limite Leste da Parcela 6, junto à Microunidade 2-B.

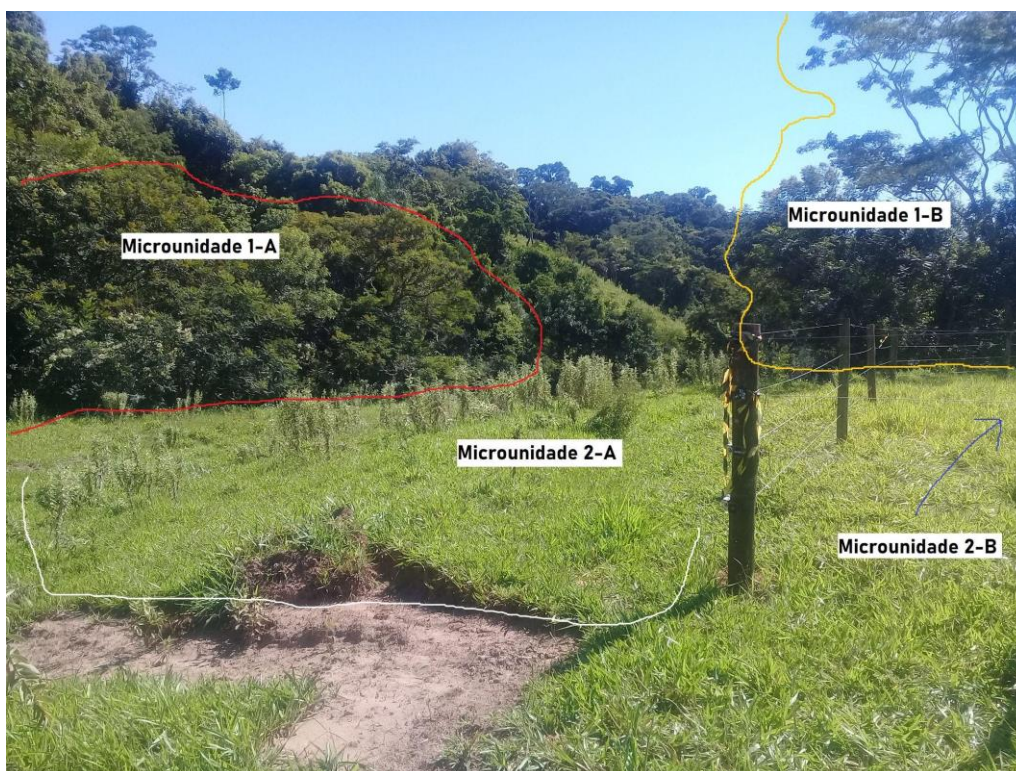


Fonte: Autoras (2022).

Assim, utilizando as microunidades edafoclimáticas para o diagnóstico ambiental da Parcela 6, constatou-se que os fatores sombreamento e umidade do solo definem a qualidade do solo na área de estudo. Lima (2018) observou que estes fatores relacionam-se à cobertura vegetal, ou falta dela, em cada uma das sub áreas delimitadas: o predomínio de árvores e arbustos alterna-se com o predomínio de gramíneas invasoras nas Microunidades 1-A, 2-A, 1-B e 2-B, respectivamente.

A Figura 27 ilustra um “corte de perfil” da Parcela 6, onde é possível visualizar as microunidades edafoclimáticas a partir dos núcleos de vegetação e áreas de solo exposto, assim como de suas distâncias do córrego, situado à esquerda.

Figura 27 - “Corte de perfil” da Parcela 6.



Fonte: Autoras (2021).

Cabe, ainda, descrever a presença de meso e macrofauna ao longo da APP da propriedade. Por mais que a câmera instalada na Parcela 6 (Figura 28) não tenha registrado dados relevantes, foram avistadas ao longo das glebas: formigas, mosquitos, abelhas, libélulas, borboletas, aranhas, pássaros, cobras, lebres, entre outros animais.

Figura 28 - Câmera para monitoramento da fauna instalada na Parcela 6.



Fonte: Autoras (2021).

É possível identificar que a diversidade de fauna no local está diretamente relacionada ao remanescente de vegetação nativa situado na outra margem do córrego (Figura 29). Por apresentar uma estrutura florestal bem desenvolvida, o fragmento confere boas condições para a regeneração da gleba, pois auxilia no estabelecimento de uma biodiversidade local e na proteção de recursos naturais, aumentando as chances de restauração da área degradada (FRANCO *et al.*, 2007).

Figura 29 - Ortofoto registrada por drone compreendendo o remanescente de vegetação nativa existente frente à Parcela 6.



Fonte: GUIMARÃES & GOUVEIA (2022).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Levantamento bibliográfico

Para a realização deste estudo, utilizou-se como sustento pesquisas bibliográficas acerca de temas pertinentes ao escopo do projeto. Buscou-se compreender o contexto no qual está inserido o presente trabalho, resgatando a história da região e relacionando-a com os processos de transformação do meio. Além disso, foi levantado também os principais marcos na legislação brasileira - à nível nacional, estadual e municipal - no que tange a recuperação de áreas degradadas.

Alguns trabalhos foram fundamentais para o embasamento das técnicas e da caracterização local, visto a proximidade dos temas abordados por diversos pesquisadores inseridos no mesmo grupo de estudos, denominado “Biogeografia para a Conservação - Centro de Análises das Transformações Ambientais por Indução Antrópica - BC Cataia”, exercido na instituição FCT-Unesp de Presidente Prudente.

É importante salientar que este trabalho se trata da adequação de um projeto preliminarmente proposto por Lima (2018), no qual a pesquisadora utiliza do mesmo local de estudo, a denominada Parcela 6, situada entre outras cinco glebas de uma propriedade rural na APA do Timburi, em Presidente Prudente - SP. A autora supracitada realiza o diagnóstico da área e propõe técnicas de nucleação para restauração ecológica da APP, desse modo, corresponde à bibliografia-chave para respaldo do presente ensaio.

5.2 Trabalho de campo

Ao longo da concretização deste projeto, foram realizados oito trabalhos de campo, que percorreram durante dois anos. A primeira ida ao campo aconteceu no dia 07 de fevereiro de 2020, e teve como objetivo principal uma inspeção de reconhecimento inicial da parcela em estudo. Após essa primeira visita, em decorrência do rigoroso isolamento motivado pela pandemia da Covid-19, só foi possível retornar à área em fevereiro de 2021, em conformidade com todos os protocolos de prevenção e segurança frente ao vírus.

Em 2021, foram realizados seis trabalhos de campo, nos quais foram exercidas funções como delimitação da parcela com o auxílio do GPS, coleta de bambu para a constituição dos poleiros, espacialização das técnicas nucleadoras, coroamento e abertura de covas para o plantio de mudas, entre outras atividades relacionadas à implementação do projeto, que serão melhor descritas no tópico de “Resultados e discussão” (pág. 52).

O último campo, então, foi feito no dia 10 de fevereiro de 2022, aproximadamente dois anos decorridos da visita inicial. Nessa visita, objetivou-se um levantamento preliminar das técnicas aplicadas. Embora o pouco tempo transcorrido desde suas implementações (aproximadamente três meses), foi possível analisar, de antemão, alguns resultados quanto a estabilidade dos poleiros, a sobrevivência e crescimento das mudas plantadas, e as primeiras transformações já observadas no meio.

5.3 Elaboração cartográfica

Aliado às práticas metodológicas supracitadas, foram produzidos materiais cartográficos, a fim de ampliar a compreensão espacial da área de estudo, as transformações da paisagem induzidas por interferência antrópica e relacioná-las com a toda dinâmica ecossistêmica observada in loco.

Para a elaboração dos mapas temáticos, foram utilizados softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG), sendo os principais: *QuantumGis* (QGIS), em sua versão 3.10; e *Google Earth Pro* em sua versão mais recente, a 7.3.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados obtidos de acordo com as duas fases do projeto proposto: adequação, que compreende as alterações realizadas no planejamento de Lima (2018) frente às adversidades ocorridas na área do projeto; e implantação, que refere-se à aplicação das técnicas de nucleação na Parcela 6, a fim de impulsionar sua recuperação.

6.1 Adequação do projeto

Desde a proposição de um projeto de restauração ecológica para a Parcela 6 em 2018, muitos foram os empecilhos enfrentados para a sua implementação. Em 2019, a pandemia do novo Coronavírus (COVID-19) impôs a suspensão das atividades presenciais na FCT-UNESP, afetando o cronograma de visitas à área para a realização do projeto. Mesmo nos anos de 2021 e 2022, a necessidade de isolamento social como forma de proteção ao vírus implicou em dificuldades quanto ao transporte e a mão-de-obra necessárias.

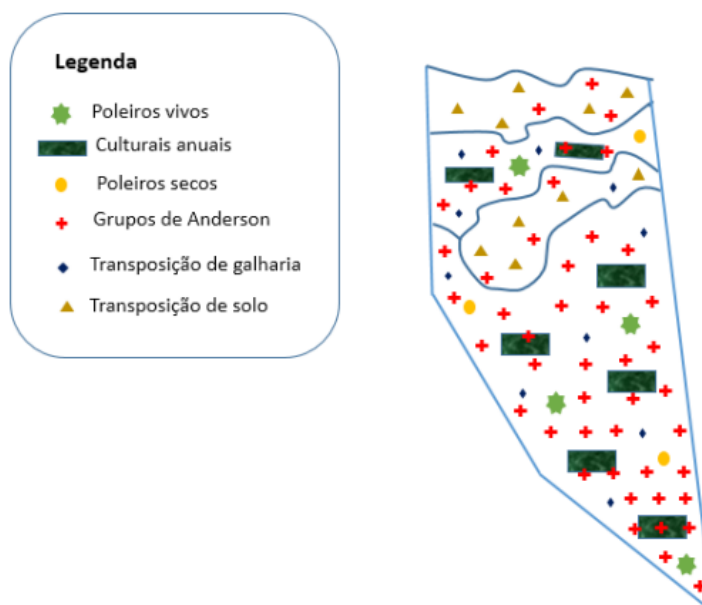
Neste contexto, enfrentou-se, ainda, imprevistos no que diz respeito a condições básicas para a implantação das técnicas propostas. Por muito tempo não houve o cercamento do local de estudo, o que implicou na interferência do gado na Área de Preservação Permanente do imóvel. Qualquer tentativa de iniciação das atividades era rapidamente comprometida pelos danos causados às mudas plantadas.

Em um segundo momento, a APP foi cercada, mas a demarcação acordada não foi cumprida, o que causou uma diminuição significativa na área da Parcela 6. Além disso, a delimitação inicial da gleba compreendia uma área que chegava até a cerca da propriedade vizinha, à Leste. No entanto, ao isolar a APP, abriu-se um acesso para a dessedentação do gado, o que permitiu que essa continuasse sendo uma interferência presente no projeto.

Com o parcelamento do solo para a comercialização de loteamentos no imóvel em 2021, a situação se tornou mais crítica. Por mais que tenha sido realizado o contato com os novos proprietários para a conscientização socioambiental do projeto de restauração ecológica, não foram todos que compreenderam, e alguns chegaram a interferir nas glebas destinadas ao estudo de diferentes métodos de recuperação, caso da Parcela 6.

Diante deste cenário de constantes mudanças, buscou-se adequar da melhor forma possível o projeto proposto por Lima (2018), cujo croqui está disposto na Figura 30.

Figura 30 - Croqui das técnicas para a Parcela 6 proposto no projeto de 2018.



Fonte: LIMA (2018).

Como pode-se observar na figura acima, são diversas as intervenções propostas por Lima (2018) para a gleba, de acordo com seu diagnóstico ambiental. No entanto, ao enfrentar a realidade do campo e os acontecimentos previamente citados, principalmente a diminuição da área do projeto e a falta de mão-de-obra para viabilizar a sua implementação, optou-se pela adequação das técnicas, de modo que fossem aplicadas apenas: poleiros artificiais, plantio de mudas em ilhas de diversidade, transposição de solo e enleiramento de galharia.

Assim, a partir da adequação do projeto, apresenta-se na Figura 31 a esquematização das técnicas de nucleação para a área de estudo.

Figura 31 - Recorte de imagem de satélite com ênfase na espacialização das técnicas de nucleação na Parcela 6.



Fonte: Autoras (2022).

Ao comparar ambas propostas, nota-se que além da alteração nos tipos de técnicas a serem realizadas, também há uma grande redução no número de intervenções, conforme ilustrado na Tabela 1. Isso demonstra como foi necessário adotar uma abordagem que contemplasse as particularidades do projeto e as dificuldades ao longo de seu processo, sem que a qualidade esperada nos resultados fosse comprometida.

Tabela 1 - Comparação entre as propostas de Lima (2018) e das Autoras (2022).

Técnica nucleadora	Lima (2018)	Autoras (2022)
Poleiros artificiais	7	6
Ilhas de diversidade	47	12
Transposição de solo	10	4
Enleiramento de galharia	10	4
Culturas anuais	7	0

Fonte: Organizado pelas autoras (2022).

Mesmo que a quantidade de intervenções tenha diminuído quando comparada a anterior, percebe-se que a espacialização proposta neste trabalho abrange significativa parte da área de estudo, mas ainda considera os espaços vazios que devem existir para o efeito da regeneração natural, a qual, impulsionada pelo projeto, deve ocorrer nos anos seguintes à sua implantação. Outro ponto interessante, é que a característica de alternância entre as técnicas no espaço foi mantida, já que este é um elemento essencial para que os fluxos de aleatoriedade típicos de ambientes naturais sejam restabelecidos na área em recuperação.

A partir da adequação do projeto, a seguir serão discutidos os resultados quanto à implantação das técnicas na Parcela 6.

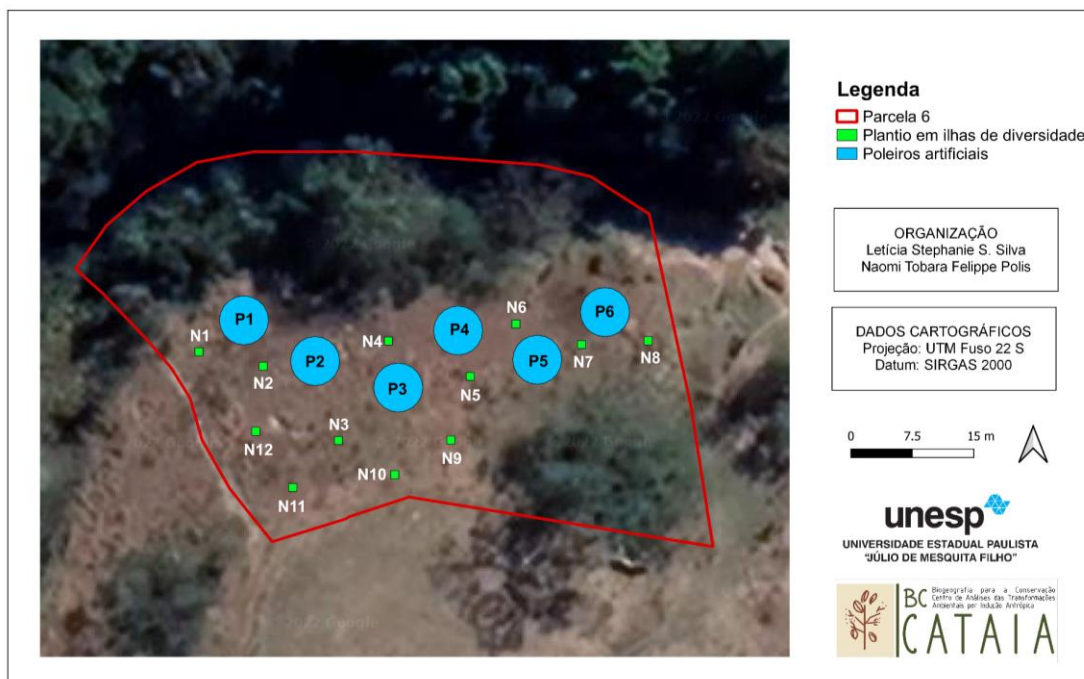
6.2 Implantação de técnicas para a recuperação da área

A primeira ação prática para a recuperação do local deu-se por meio do cercamento de toda a Área de Preservação Permanente no ano de 2021, como forma de protegê-la da ação do gado então presente no terreno. A instalação das cercas foi realizada pelo proprietário após forte indicação dos membros do Grupo de Estudos CATAIA. O trabalho de estabilização de processos erosivos, através da técnica de bioengenharia, também foi realizado em alguns pontos da APP com o auxílio de estudantes da FCT-UNESP. Com os fatores de degradação da área controlados, focou-se nas atividades pertinentes à Parcela 6.

Para a implantação das técnicas de nucleação na área de estudo, deveriam ser realizadas diversas visitas a campo. Os problemas enfrentados desde o estudo inicial de Lima (2018) implicaram na necessidade de ajustes no projeto de restauração ecológica para a Parcela 6. Essa realidade limitou a realização das visitas a campo, o que também dificultou a implantação das técnicas na área de estudo. Da proposta apresentada na adequação deste projeto, foi possível construir os poleiros artificiais e plantar as mudas em ilhas de diversidade. Assim, as técnicas de enleiramento de galharia e transposição de solo não foram concluídas antes da entrega final deste trabalho.

Na Figura 32, estão dispostas as técnicas de fato implantadas na área.

Figura 32 - Recorte de imagem de satélite com ênfase nas técnicas de nucleação implantadas na Parcela 6.



Fonte: Autoras (2022).

A seguir serão apresentados os resultados da implantação de tais técnicas.

6.2.1 Poleiros artificiais

A inserção de poleiros secos e vivos no local de estudo, como parte das técnicas nucleadoras a serem implantadas, foi estrategicamente pensado para aproveitar o material disponível em um bambuzal próximo à área de intervenção (Figura 33).

Figura 33 - Bambuzal próximo à Parcela 6.



Fonte: Autoras (2021).

Assim, o campo realizado no dia 23 de julho de 2021 teve como objetivo principal a obtenção de bambus para a construção das estruturas, assim como seu transporte até a Parcela 6. Para o corte do material, foram utilizadas ferramentas como serrotes, machadinhos e facões. Registros do processo podem ser observados nas Figuras 34 e 35.

Figura 34 - Corte dos bambus realizado pelos voluntários do Grupo de Estudos CATAIA.



Fonte: Autoras (2021).

Figura 35 - Bambus sendo transportados até a Parcela 6.



Fonte: Autoras (2021).

A construção dos poleiros ocorreu efetivamente no campo do dia 24 de julho de 2021, mediante esforços de mais voluntários que se prontificaram a auxiliar na execução do projeto. Seguindo a espacialização proposta neste trabalho, os bambus foram dispostos pela área da Microunidade 2-A adotando-se um distanciamento de 10 metros entre eles (Figura 36).

Figura 36 - Medição da distância entre os poleiros.



Fonte: Autoras (2021).

No local de implantação de cada poleiro, 3 covas de aproximadamente 20 centímetros foram abertas utilizando-se como ferramenta cavadeiras (Figura 37). O espaçamento em campo considerou 3 metros de distância de uma cova para a outra, de modo que a estrutura obtivesse sustentação para suportar ventanias e demais interferências naturais e/ou antrópicas.

Figura 37 - Abertura das covas para o posicionamento dos poleiros.



Fonte: Autoras (2021).

Com os 3 bambus alinhados no chão, uma de suas extremidades foi amarrada com arame para facilitar o processo de abertura quando fossem inseridos em suas respectivas covas (Figura 38). Esse mesmo procedimento foi repetido para os outros, sendo utilizados no total 18 bambus para a construção de 6 poleiros ao longo da Parcela 6 (Figura 39).

Figura 38 - Bambus amarrados e posicionados dentro das covas.



Fonte: Autoras (2021).

Figura 39 - Poleiros finalizados e dispostos na área de estudo.



Fonte: Autoras (2021).

No campo do dia 06 de novembro de 2021, foram plantadas 2 mudas de maracujá junto a cada cova dos Poleiros 1, 3, 4 e 6 (Figura 40), sendo estes os poleiros verdes por sua distância dos fragmentos de vegetação nativa presentes nas microunidades 1-A e 1-B.

Figura 40 - Plantio de mudas de maracujá nas covas dos poleiros verdes.



Fonte: Autoras (2021).

Nas visitas seguintes, para a aplicação das outras técnicas na área, verificou-se que as estruturas mantiveram-se erguidas, apesar das ventanias que afetaram a região da APA do Timburi, sinal de que a profundidade das covas e o distanciamento entre elas foram adequadas para garantir a sustentação dos poleiros construídos.

No entanto, na última visita de campo, realizada em 10 de fevereiro de 2022, observou-se que o Poleiro 5 não estava na mesma condição dos outros, como demonstra a Figura 41, na qual os bambus estão tombados, prestes a cair.

Figura 41 - Estado do Poleiro 5 na última visita de campo.



Fonte: Autoras (2022).

Suspeita-se que os bambus utilizados para a sua construção não tenham sido fixados de forma adequada em suas respectivas covas, fazendo com que o este poleiro fosse afetado por condições climáticas relacionadas aos fortes ventos que acompanham as chuvas de verão. Também é possível que estes bambus não estivessem sadios o suficiente para serem utilizados, visto que apenas nesse caso houve comprometimento da estrutura do poleiro.

Em relação às mudas plantadas nos poleiros verdes, nenhuma resistiu nos Poleiros 1 e 6, enquanto $\frac{1}{3}$ sobreviveu nos Poleiros 3 e 4. Observou-se a existência da predação de formigas no Poleiro 3, indicando o motivo pelo qual não obteve-se melhores resultados quanto aos poleiros vivos. Em compensação, uma trepadeira espontânea não identificada se desenvolveu espontaneamente ao longo da estrutura do Poleiro 2.

O Quadro 4 apresenta os primeiros resultados avaliados nessa última visita de campo em relação à aplicação dos poleiros artificiais.

Quadro 4 - Primeiras observações sobre a implantação dos poleiros artificiais.

Poleiro	Tipo	Condições gerais
1	Vivo	Nenhuma muda de maracujá sobreviveu
2	Seco	Crescimento de uma trepadeira espontânea na estrutura
3	Vivo	$\frac{1}{3}$ das mudas de maracujá sobreviveram
4	Vivo	$\frac{1}{3}$ das mudas de maracujá sobreviveram
5	Seco	Estrutura comprometida pela ação dos fortes ventos na região
6	Vivo	Nenhuma muda de maracujá sobreviveu

Fonte: Organizado pelas autoras (2022).

A partir destes resultados iniciais, recomenda-se que haja ações de manutenção nos poleiros, incluindo o replantio das mudas de maracujá nas covas dos poleiros vivos e a substituição dos bambus utilizados na construção do Poleiro 5.

6.2.2 Ilhas de diversidade (Núcleos de Anderson)

Uma visita a campo foi realizada no dia 17 de outubro de 2021 para o posicionamento de estacas nos locais onde os núcleos de mudas viriam a ser plantados. Com o auxílio de equipamentos, como machadinho e serrote, os bambus e os galhos presentes na própria gleba foram cortados e dispostos nos referidos pontos, sendo adotado o distanciamento de 8 metros de um núcleo para o outro, e 0,5 metros entre as mudas. Para facilitar a localização das estacas nos dias do plantio, utilizou-se fita zebra como forma de sinalização.

As Figuras 42 e 43 demonstram este trabalho realizado para a espacialização em campo das medidas e distâncias definidas para os núcleos de mudas, na configuração de cruz (+).

Figura 42 - Posicionamento de estacas nos pontos de plantio das mudas.



Fonte: Autoras (2021).

Figura 43 - Sinalização das estacas com fita zebraada.



Fonte: Autoras (2021).

O preparo da área para o plantio iniciou-se no campo do dia 06 de novembro de 2021, pelo coroamento mecânico/manual ao redor dos pontos nos quais as mudas seriam plantadas. Utilizando como ferramenta enxadas, as gramíneas exóticas e demais espécies identificadas como invasoras foram removidas em um raio de 0,5 metro (Figura 44).

Figura 44 - Coroamento dos locais de plantio das mudas.



Fonte: Autoras (2021).

Em seguida, covas foram abertas para o plantio das mudas (Figura 45). Com o uso de uma cavadeira, mediu-se a profundidade adequada para que as covas comportassem o tamanho dos tubetes nos quais as mudas foram entregues, ficando entre 15 e 20 centímetros.

Figura 45 - Abertura das covas para o plantio das mudas.



Fonte: Autoras (2021).

Após a retirada dos tubetes, as mudas foram postas dentro das covas sobre uma camada de hidrogel (Figura 46), com o objetivo de reter a água da chuva e mantê-las úmidas por mais tempo, visto a intensa estiagem típica da região.

Figura 46 - Aplicação de hidrogel ao plantio das mudas.



Fonte: Autoras (2021).

A determinação das espécies de mudas para cada núcleo foi realizada pelo próprio orientador, considerando as características da Microunidade 2-A, onde foram plantadas. As espécies foram intercaladas de acordo com os núcleos, ou seja, houve o cuidado de não se plantar mais de duas das mesmas espécies no mesmo núcleo, com a finalidade de diversificar o plantio. Outro procedimento importante, foi aplicação de cal ao redor das mudas ao final do plantio, para a correção do pH do solo, que na região geralmente possui propriedades ácidas.

As Figuras 47 e 48 demonstram tais procedimentos em campo.

Figura 47 - Inserção das mudas de espécies nativas nas covas.



Fonte: Autoras (2021).

Figura 48 - Adição de cal para ajuste do pH do solo ao redor das mudas.



Fonte: Autoras (2021).

Na visita de campo do dia 10 de fevereiro de 2022, foi possível realizar uma primeira avaliação da condição das mudas após o plantio. Por mais que pouco tempo tenha se passado

desde a implantação da técnica, esse acompanhamento foi importante para analisar os ganhos e as perdas do período, assim como planejar medidas de manutenção necessárias no projeto.

Os resultados obtidos nessa primeira avaliação estão elencados no Quadro 5.

Quadro 5 - Primeiras observações sobre o plantio de mudas em ilhas de diversidade.

Núcleo	Mudas vivas	Espécies
1	0/5	-
2	0/5	-
3	4/5	Aroeira pimenteira; Cássia-rosa; Ipê amarelo; leguminosa N.I.
4	1/5	Ipê amarelo (rebrotou)
5	0/5	-
6	1/5	Leguminosa N.I.
7	0/5	-
8	3/5	Amendoimzão; goiabeira; N.I.
9	0/5	-
10	3/5	Cedro, ipê amarelo; N.I.

11	3/5	Pitanga (rebrotada); cássia rosa; N.I.
12	2/5	Angico branco e pitanga.

Fonte: Organizado pelas autoras (2022).

Como exposto no Quadro 5, foram plantadas 5 mudas em cada um dos 12 núcleos, totalizando 60 mudas ao longo da Parcela 6.

O núcleo 3 se destaca por ter sido o que obteve os melhores resultados quanto à sobrevivência das mudas, enquanto os núcleos 8, 10 e 11 também apresentaram resultados satisfatórios. Espécies não identificadas que cresceram espontaneamente ao redor do núcleo 9 e a rebrota de algumas espécies que foram plantadas nos núcleos 4 e 11 são indícios positivos de que as intervenções na área propiciaram um ambiente mais favorável à regeneração natural, mesmo com pouco tempo tendo se passado desde o plantio.

No entanto, observou-se que nos núcleos 1, 2, 5, 7 e 9 nenhuma muda sobreviveu. Quando somada às perdas ocorridas nos outros núcleos, representa uma taxa de perda de aproximadamente 71%, totalizando 43 mudas que não conseguiram se estabelecer na área. Possíveis razões para isso podem estar relacionadas às características edafoclimáticas dos locais nos quais as mudas foram plantadas.

Evidenciou-se que os melhores resultados estão atrelados às porções da Microunidade 2-A que encontram-se nas porções mais altas do relevo. Assim, o solo pode ter atuado como um fator limitante, por possuir propriedades relacionadas à sua estrutura e maturidade, mais desenvolvidas em tais locais. Quando associa-se essa questão à escassez hídrica que ocorreu desde o início do período chuvoso na região, entende-se o porquê de tantas perdas no plantio: como abordado no item de clima da caracterização regional, dados do INMET (2022) indicam que o índice de precipitação atingiu apenas 850 mm no ano de 2021, o que o coloca abaixo da média histórica da região do município de Presidente Prudente.

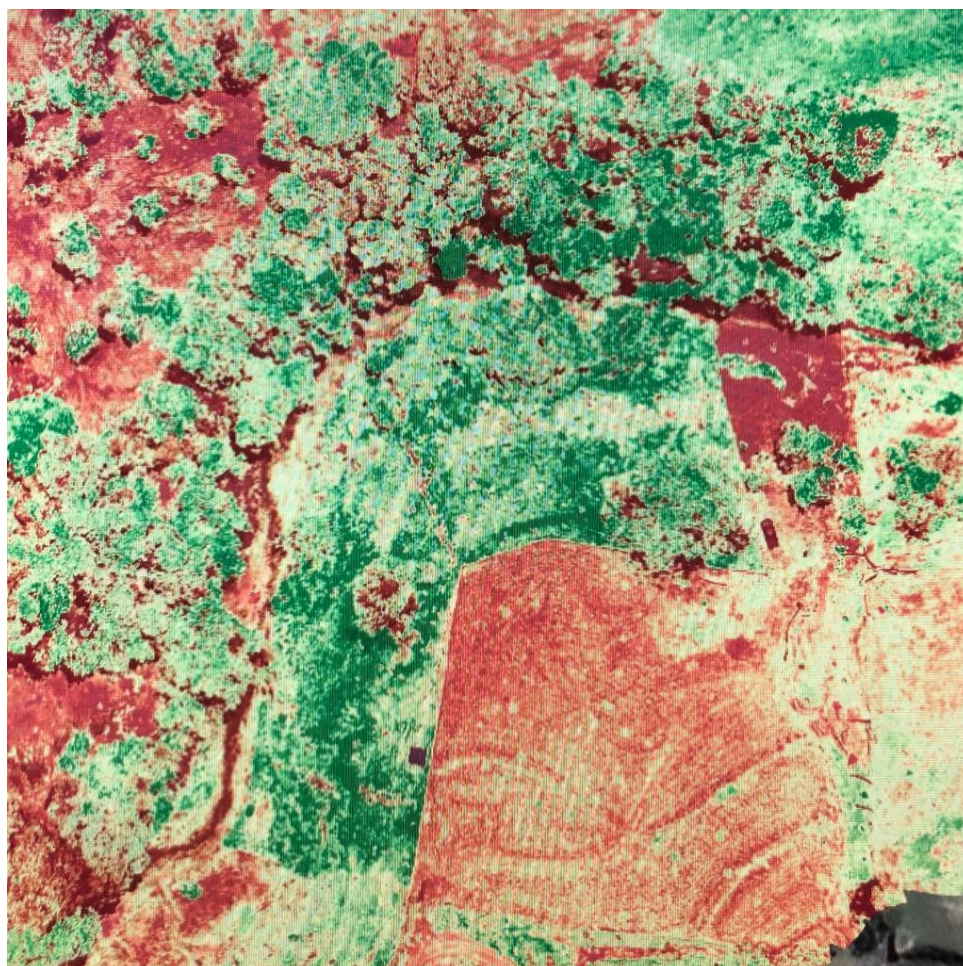
Um fato que foi notado em relação ao desempenho do plantio, é que, no geral, as mesmas espécies de mudas sobreviveram, ou seja, determinados indivíduos apresentaram mais resistência às condições edafoclimáticas do local: Cássia-rosa (*Cassia grandis*), Ipê amarelo (*Handroanthus albus*) e Pitanga (*Eugenia uniflora*).

Ainda cabe lembrar que diversos foram os empecilhos para a realização de campos para o andamento do projeto, o que também afetou o acompanhamento e a manutenção do

plântio. Certamente os resultados seriam melhores caso houvesse ações de irrigação, replântio das mudas e talvez até adubação de cobertura.

Em uma avaliação final, apresenta-se uma ortofoto registrada na área de estudo com aplicação do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), onde nota-se claramente que a Parcela 6 se destaca em relação ao solo exposto do restante da propriedade. Chama-se atenção ao fato de que o acesso aberto na APP para a dessedentação do gado possui uma coloração em tom de vermelho mais escuro, indicando a falta de vegetação (Figura 49).

Figura 49 - Aplicação do índice NDVI na ortofoto registrada na Parcela 6.



Fonte: GUIMARÃES & GOUVEIA (2022).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em projetos de restauração ecológica através da nucleação, os resultados mais significativos costumam ser observados apenas anos, ou mesmo décadas, após a execução das intervenções, uma vez que a premissa desse tipo de iniciativa está intimamente ligada ao impulsionamento do processo de regeneração natural, que, como tudo na natureza, possui sua própria dinâmica, e por isso exige tempo para que seus fluxos ecológicos sejam restabelecidos e suas relações ecossistêmicas alcancem um estado próximo do natural.

A primeira análise da área, objeto de estudo deste trabalho, ocorreu apenas 2 meses após a finalização da implantação das técnicas nucleadoras. Mesmo que muitos dos efeitos provocados pela aplicação do projeto ainda estejam por vir, pôde-se observar que existe um potencial de regeneração no local, possivelmente relacionado à presença de fragmentos de vegetação nativa próximos à gleba.

Por isso, entende-se que a nucleação é uma técnica que pode contribuir muito para a restauração da área de interesse, pois ainda que exija tempo e recursos, trata-se de uma abordagem que já começou a gerar resultados para a escala de trabalho aplicada.

Infelizmente, uma série de ocorridos impediu que alguns dos objetivos aqui propostos não fossem atingidos, como a implantação de todas as técnicas de nucleação após a adequação do projeto, o que se deve às limitações de visitas a campo impostas pela pandemia e pela falta de subsídios financeiros, que implicaram na falta de cuidados essenciais para com a área de intervenção, caso da falta de irrigação e do replantio das mudas.

Outro objetivo consistia na realização de um monitoramento mais prolongado na área, como forma de avaliar suas perdas e seus ganhos em comparação com as outras parcelas da APP, que contam com outras metodologias de recuperação. Seu não cumprimento deve-se principalmente ao fato de que, com o loteamento da propriedade em questão, as interferências causadas pelos novos moradores comprometeram tanto a existência da parcela de controle para tal avaliação, quanto a realização de alguns projetos.

Ainda que o uso da propriedade cause preocupação em relação ao futuro do projeto, existem boas perspectivas. Projetos futuros podem contribuir com o que foi iniciado por Lima (2018) e continuado neste trabalho.

Inicialmente, é necessário que sejam executadas as técnicas nucleadoras de transposição de solo e enleiramento de galharia, para que o efeito destas, em conjunto com o que já foi realizado, possa propiciar ainda melhores condições para a área em recuperação. Deve ser realizada a manutenção contínua dos poleiros artificiais e do plantio de mudas em

núcleos de diversidade, de modo que estas técnicas continuem contribuindo para que o processo de regeneração natural ocorra.

Após a finalização concreta da execução do projeto, é imprescindível que haja um monitoramento dos resultados obtidos ao longo dos anos. A determinação de indicadores para o acompanhamento da evolução de áreas degradadas está prevista em resoluções e portarias que embasam os projetos de restauração ecológica. Estas devem ser consultadas e postas em prática para a garantia do sucesso das intervenções.

Com a continuidade das atividades nas demais parcelas que compõem o projeto de restauração ecológica da APP da propriedade, será possível comparar os resultados para uma avaliação de qual é a abordagem mais adequada para a recuperação de áreas degradadas na região. A Parcela 1 utilizou-se das mesmas técnicas propostas para a Parcela 6, mas divergia em características edafoclimáticas, enquanto a Parcela 5 possuía o diferencial da adubação verde entre as proposições para sua restauração. Assim, são áreas nas quais a comparação dos resultados pode ser mais proveitosa para fins acadêmicos.

Por último, indica-se a utilização de ferramentas de processamento digital de imagens, tal qual o filtro NDVI, para uma estimativa da densidade da vegetação na Área de Preservação Permanente da propriedade e seu entorno, como forma de analisar o impacto de projetos que vêm sendo realizados na região.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, A. S. M.; BARROS, C. E.; PERUSI, M. C. SOLOS - FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP. In: João Osvaldo Rodrigues Nunes; Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia; José Mariano Caccia Gouveia; Jurandyr Luciano Sanches Ross. (Org.). **Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente/SP**. 1ed. Presidente Prudente: Ed. do Autor, v. 1, 2017.

AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. **Confins** [Online], 13|2011, posto online em 30 Novembro 2011, Consultado o 12 Abril 2012. URL: <http://confins.revues.org/7284>; DOI: 10.4000/confins.7284. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/7284>. Acesso em: jan. de 2022.

ARAÚJO, Rodrigo da Cruz de. *et al.* **Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes**. Rev. Bras. de Iniciação Científica (RBIC), Itapetininga, v. 5, n.3, p. 60-83, abr./jun., 2018.

BARRIOS, N. A. Z.; SANT'ANNA NETO, J. L. A circulação atmosférica no extremo oeste paulista. **Boletim climatológico**. Presidente Prudente, v.1, n.1, p. 8-9, março 1996. Acesso em: jan. de 2022.

BECHARA, F.C. *et al.* **Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais**. *Natureza & Conservação*, p. 28-36, 85-92. 2003. Disponível em: <http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/reis2003.pdf>. Acesso em: out. de 2021.

BECHARA, F. C. *et al.* **Técnicas para a restauração através da nucleação**. In: REIS, A. *et al.* Curso: Restauração de áreas degradadas - imitando a natureza. Florianópolis, 2006. Disponível em: http://files.pereiraim.webnode.com.br/200000032-b7aabb8a36/rest_areas_degrad_ademir_reis.pdf. Acesso em: jan. de 2022.

BECHARA, F. C. *et al.* **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade**. *Revista Brasileira de Biociências: Porto Alegre*, v. 5, p. 9-11, 2007.

BECHARA, F.C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Recursos Florestais, ESALQ-USP, Piracicaba, 2006.

BRANCALION, P. **Restauração florestal**. Disponível em: <https://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/restaura%C3%A7%C3%A3o%20FLORESTAL.pdf>. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm>. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o Art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm#art42>. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm>. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>>. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 10, de 01 de outubro de 1993**. Dispõe sobre os estágios de sucessão do bioma mata atlântica e de seus parâmetros básicos de análise. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/1993/res_conama_10_1993_estagiossucessaomataatlantica.pdf>. Acesso em: jan. de 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011**. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. Disponível em: <http://www.epsvjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/resolucao_conama_429-11.pdf>. Acesso em: jan. de 2022.

CARDOSO, R. S.; AMORIM, M. C. C. T. **Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto.** Revista do Departamento de Geografia - USP, Volume 28, p. 39-64, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/90004/92794>>. Acesso em: jan. de 2022.

COSTA, P. da; *et al.* **Recuperação de áreas degradadas e restauração ecológica de ecossistemas - definições e conceitos.** EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2005. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165043/1/doc072005-reflorestamento-patrYcia.pdf>>. Acesso em: nov. de 2021.

CROUZEILLES, R.; Rodrigues, R.R.; Strassburg B.B.N. **Capítulo 1: Apresentação.** In Crouzeilles R., Rodrigues R.R., Strassburg B.B.N (eds.) (2019). BPBES/IIS: Relatório Temático sobre Restauração de Paisagens e Ecossistemas. Editora Cubo, São Carlos pp.77 <<https://doi.org/10.4322/978-85-60064-91-5>>. Acesso em: jan. de 2022.

CRUZ, Denise Dias da. **Ecologia.** Editora UFPB. João Pessoa, 2015. Disponível em: <http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo_site/Biblioteca/novos/ecologia.pdf>. Acesso em: fev. de 2022.

CUNHA, A. A.; GUEDES, F. B. **Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica:** em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas. Brasília: MMA, p. 216, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/297732036_Mapeamentos_para_a_conservacao_e_recuperacao_da_biodiversidade_na_Mata_Atlantica_em_busca_de_uma_estrategia_espacial_integradora_para_orientar_acoes_aplicadas>. Acesso em: ago. de 2021.

DONATON, G. **Estratégias de reprodução social e econômica em pequenas unidades produtivas rurais: o caso dos Bairros Rurais 1º de maio/Timburi e Ponte Alta/córrego da Onça no município de Presidente Prudente (SP).** 112 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/2093>>. Acesso em: dez. de 2021.

ESPÍNDOLA, M. B.; REIS, A.; VIEIRA, N. K.; HMELJEVSKI, K. V. **Técnicas para a restauração através da nucleação.** In: Apostila de restauração ambiental sistêmica do laboratório de ecologia florestal. Florianópolis: UFSC, 2008. p. 35-52. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/oficina%20recuperacao%20amb/20086_AP_Restaura_LEF.pdf>. Acesso em: out. de 2021.

EMBRAPA. Agência de Informação Embrapa. **Mata Atlântica.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-mata-atlantica#:~:text=E%20a%20situa%C3%A7%C3%A3o%20piorou%20quando,bioma%20mais%20degradado%20do%20Brasil>>. Acesso em: jan. de 2022.

FRANCISQUETI, G. V. **Rios, cidades e espaços livres em Presidente Prudente - SP: a bacia hidrográfica do Córrego do Veado.** São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, Dissertação de mestrado, 245p., 2020. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102132/tde-23112020-205514/publico/DissCorrigidaGabrielValentiniFrancisqueti.pdf>>. Acesso em: jan. de 2022.

FRANCO, G. A. D. C.; SOUZA, F. M.; IVANAUSKAS, N. M.; MATTOS, I. F. A.; BAITELLO, J. B.; AGUIAR, O. T.; CATARUCCI, A. F. M.; POLISEL, R. T. **Importância dos remanescentes florestais de Embu (SP, Brasil) para a conservação da flora regional.** Biota Neotrop. [online]. 2007, vol.7, n.3, pp.145-161. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v7n3/16.pdf>>. Acesso em: jan. de 2022.

FREIRE, R. B. **Priorização de Áreas para restauração ecológica na UGRHI 22 – Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil.** 2017. 121 págs. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciência e Tecnologia da Unesp, Campus de Presidente Prudente. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/5533/0>>. Acesso em: ago. de 2021.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA E INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período de 2014-2015.** Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>>. Acesso em: ago. de 2021.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP.** Dissertação de mestrado em Geografia, 141 f. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96735#:~:text=A%20interfer%C3%AAncia%20da%20sociedade%20na,%C3%A0s%20manifesta%C3%A7%C3%B5es%20erosivas%20principalmente%20lineares>>. Acesso em: jan. de 2021.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. **Principais classes de solos do município de Presidente Prudente - SP: Identificação e caracterização.** B. Goiano. Geog., Goiânia, v. 32, n. 1, p. 45-58, jan./jun., 2012.

GONÇALVES, T. H.; MOREIRA, E. S. **O impacto da agropecuária sobre a bacia hidrográfica do Córrego Timburi, na APA do Timburi, Presidente Prudente-SP.** In: Anais do VIII Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas - Dinâmicas, Escalas e Processos: Novos e Velhos Desafios para o Século XXI. Goiânia, 2021. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/365/o/Anais___resumo_Simples-atualizado.pdf>. Acesso em: fev. de 2022.

GOUVEIA, J. M. C. **A identificação de microunidades edafoclimáticas na restauração ecológica de áreas degradadas.** In: XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - Eixo: Princípios ecológicos e biogeográficos aplicados na recuperação de áreas degradadas. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019.

GUIMARÃES, R. B.; GOUVEIA, M. A. C.; (2022), Inédito, 2022.

IBAMA. **Instrução Normativa IBAMA nº 4, de 13 de abril de 2011**. Estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0004-130411.PDF>>. Acesso em: jan. de 2022.

IBAMA. **Resolução Conjunta SMA IBAMA nº 01/1994**. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1994_Res_Conj_SMA_IB>. Acesso em: jan. de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cidades**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/panorama>>. Acesso em: jan. de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades e Estados - Presidente Prudente**. 2020 Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/presidente-prudente.html>>; Acesso em: dez. de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. In Manuais Técnicos em Geociências, nº 1, 2ª ed. (revista e ampliada), Rio de Janeiro: FIBGE, 271p., 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Gráfico anual da estação automática de Presidente Prudente no ano de 2021**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Brasília - DF, 2022. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/Graficos/A001>>. Acesso em: jan. de 2021.

LIMA, A. P. **Projeto de restauração ecológica em Área de Preservação Permanente em propriedade rural no município de Presidente Prudente-SP, utilizando técnicas de nucleação**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Presidente Prudente - SP: FCT/Unesp, 2018.

LIMA, Leandro Vinícius de. **Restauração ecológica em Área de Preservação Permanente no município de Presidente Prudente – SP, utilizando técnicas diversas**. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Geografia. Presidente Prudente - SP: FCT/Unesp, 2020.

MILLER, G. **A method of establishing native vegetation on disturbed sites, consistent with the theory of nucleation**. In: Proceedings of the 3rd Annual Meeting, Canadian Land Reclamation Association. Laurentian University. Sudbury, pp. 322-327, 1978.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Maura Campanili e Wigold Bertoldo Schaffer. – Brasília: MMA/SBF, 2010. 96 p. (Série Biodiversidade, 35). Disponível em: <<https://livroaberto.ibict.br/handle/1/745>>. Acesso em: ago. de 2021.

MOREIRA, E. S. **Elaboração de bases cartográficas como subsídio para implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas na Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi, município de Presidente Prudente/SP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado - Geografia), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/210888/moreira_es_tcc_prud.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: jan. de 2022.

MOREIRA, E. S.; THOMAZINI, L. S.; NUNES, J. O. R.; FUSHIMI, M.; SANTOS, C. A. M. **Análise da Ocorrência de Feições Erosivas Lineares na Área de Proteção Ambiental (APA) do Timburi, em Presidente Prudente (SP)**. Geografia, v. 45, N. 1, jan./jun. 2020.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. **Evolução geológica**. In: João Osvaldo Rodrigues Nunes; Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia; José Mariano Caccia Gouveia; Jurandy Luciano Sanches Ross. (Org.). Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente/SP. 1 ed. Presidente Prudente: Ed. do Autor, 2017, v. 1. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/meio-fisicobiotico/>>. Acesso em: fev. de 2021.

MOURA, A. M. M. **Trajatória da política ambiental federal no Brasil**. In: Moura, Adriana M.M.. (Org.). Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. 1aed.Brasília: Ipea, 2016, v. único, p. 13-44. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6800>>. Acesso em: dez. de 2021.

MULLER, C. C . Gestão de Matas Ciliares. In: LOPES, I. V.; BASTOS. G.S.; BILLER, D.; BALE, M. **Gestão Ambiental no Brasil: experiência e sucessos**. 2. Ed.. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. 1998. 241p.

NUNES, J. O. R.; FUSHIMI, M. **Mapeamento geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP**. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, I Encontro Ibero-Americano de Geomorfologia e I Encontro Ibero-Americano do Quaternário, 2010, Recife. Anais... Recife: UFPE, 2010. Disponível em: <http://docs.fct.unesp.br/cursos/geografia/CDROM_IXSG/Anais%20-%20PDF/Melina%20Fushimi.pdf>. Acesso em: dez. de 2021.

NUNES, J. O. R.; FUSHIMI, M. Mapeamento geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7., 2010, Recife. Anais [...] Recife: UFPE, 2010. NUNES, J. O. R. **Recuperação de áreas degradadas da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente-SP**. Presidente Prudente, Projeto Regular financiado pela FAPESP (Processo: 2019/12164-4), 2019. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/105301/recuperacao-de-areas-degradadas-da-area-de-protecao-ambiental-de-uso-sustentavel-no-timburi-municipi/>>. Acesso em: jan. de 2021.

ODUM, H.T., 1986. "**Enmergy in ecosystems**". Pp. 337-369 in Environmental Monographs and Symposia, ed. by N. Polunin, John Wiley, NY.

PRESIDENTE PRUDENTE. **Lei Complementar nº 235/2019**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Timburi, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/documento/47761>>. Acesso em: dezembro, 2020.

QUEIROZ NETO, J. P. **Erosão dos solos tropicais e seu controle: o exemplo do estado de São Paulo**. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7., 2001, Goiânia. Anais... Goiânia, p. 1-11, 2001.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. **Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais**. Natureza & Conservação 1 (1), p. 28-36, 85-92, 2003.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. **A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”**. In: Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/264551918_A_Nucleacao_como_Novo_Paradigma_na_Restauracao_Ecologica_Espaco_para_o_Imprevisivel>. Acesso em: nov. de 2021.

REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. **Restauração na floresta ombrófila mista através da sucessão natural**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 55, p. 67-73, 2007. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/120>>. Acesso em: ago. de 2021.

ROBINSON, G.R. & HANDEL, S.N. **Forest Restoration on a Closed Landfill: Rapid Addition of New Species by Bird Dispersal**. Conservation Biology 7(2): 271 – 278, 1993. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/227777413_Forest_Restoration_on_a_Closed_Landfill_Rapid_Addition_of_New_Species_by_Bird_Dispersal>. Acesso em: dez. de 2021.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da FFLCH/USP, 1996. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703>>. Acesso em: dez. de 2021.

ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal, v. 1, 118p, 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2017/11/Livro_Solos1.pdf>.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual nº 55.947, de 24 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2010/decreto-55947->

24.06.2010.html#:~:text=Artigo%20%C2%BA%20%2D%20A%20Pol%C3%ADtica%20Estadual,de%20efeito%20estufa%20na%20atmosfera>. Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 9.509, de 20 de março de 1997**. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9509-20.03.1997.html>>. Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 13.550, de 02 de junho de 2009**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Cerrado no Estado, e dá outras providências correlatas. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13550-02.06.2009.html>>. Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 13.798, de 9 de novembro de 2009**. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13798-09.11.2009.html>>. Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Estadual nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015**. Dispõe em caráter específico e suplementar, nos termos dos artigos 23, III, VI e VII e 24, VI e parágrafos da Constituição Federal e nos termos dos artigos 191, 193, XVI, 194, parágrafo único, 197, 205, III, 209, 213, da Constituição do Estado de São Paulo, sobre o Programa de Regularização Ambiental - PRA das propriedades e imóveis rurais, criado pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e sobre a aplicação da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, no âmbito do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2015/lei-15684-14.01.2015.html>>. Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução Conjunta SAA/SIMA nº 01, de 12 de março de 2019**. Dispõe sobre o detalhamento das atribuições das Secretarias de Agricultura e Abastecimento – SAA e de Infraestrutura e Meio Ambiente – SIMA, decorrentes do Decreto nº 64.131, de 11 de março de 2019, cria grupo de trabalho e dá outras providências. Disponível em: . Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014**. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá outras providências correlatas. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wpcontent/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-n%C2%BA-32-2014.pdf>>. Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº 64, de 10 de setembro de 2009**. Dispõe sobre o detalhamento das fisionomias da Vegetação de Cerrado e de seus estágios de regeneração, conforme Lei Estadual nº13.550, de 2 de junho de 2009, e dá providências correlatas. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wpcontent/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-n%C2%BA-32-2014.pdf>>. Acesso em: jan. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria da Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN). **Portaria CBRN 01/2015**. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2015/01/portaria-cbrn-012015/>>. Acesso em: jan. de 2022.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Restauração ecológica**: sistemas de nucleação. Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares, Reimpressão da 1.ed., São Paulo: SMA, 2011. Disponível em: <<https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Nucleacao.pdf>>. Acesso em: ago. de 2021.

SPÓSITO, Maria Encarnação B. **O 'chão' em Presidente Prudente: a lógica da expansão territorial urbana**. São Carlos: IGCE/UNESP, 1983. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/202451>>. Acesso em: nov. de 2021.

TATSCH, G. L. **Recuperação de uma área degradada através do método de nucleação - Santa Margarida do Sul, RS**. São Gabriel - RS: Universidade Federal do Pampa, 2011. Disponível em: <<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariaflorestal/files/2014/06/Giovana-Tatsch.pdf>>. Acesso em: ago. de 2021.

THOMAZINI, L. et al. **Análise do uso da bioengenharia na contenção de erosões lineares: o caso da APA do Timburi, Presidente Prudente/SP**. Anais do XIV ENANPEGE. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77919>>. Acesso em: fev. de 2022.

TOMMASELLI, T. G.; NASCIMENTO JÚNIOR, L.; ZANGALLI JÚNIOR, P. C.; SANT'ANNA NETO, J. L. CLIMA - O TEMPO E O CLIMA EM PRESIDENTE PRUDENTE. In: João Osvaldo Rodrigues Nunes; Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia; José Mariano Caccia Gouveia; Jurandyr Luciano Sanches Ross. (Org.). **Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente/SP**. 1ed. Presidente Prudente: Ed. do Autor, v. 1, 2017. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/meio-fisicobiotico/>>. Acesso em: jan. de 2021.

TRES, D. R. **Ecologia da Paisagem aplicada à Restauração Ecológica**. In: REIS, A. *et al.* Curso: Restauração de áreas degradadas - imitando a natureza. Florianópolis, 2006. Disponível em: <http://files.pereiraim.webnode.com.br/200000032-b7aabb8a36/rest_areas_degrad_ademir_reis.pdf>. Acesso em: jan. de 2022.

WINTERHALDER, K. **The restoration of industrially disturbed landscape in the Sudbury, Ontario mining and smelting region**. 1996. Disponível em: <<http://www.udd.org/francais/forum1996/TexteWinterhalder.html>>. Acesso em: nov. de 2021.

WHITACKER, A. M. **Espaço urbano - origem do núcleo urbano e expansão territorial de Presidente Prudente**. In: João Osvaldo Rodrigues Nunes; Isabel Cristina Moroz-Caccia

Gouveia; José Mariano Caccia Gouveia; Jurandyr Luciano Sanches Ross. (Org.). Atlas Ambiental Escolar de Presidente Prudente/SP. 1ed. Presidente Prudente: Ed. do Autor, 2017. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.fct.unesp.br:9000/topico/formacao-socioespacial/>>. Acesso em: dez. de 2021.

YARRANTON, G.A. & R.G. MORRISON. **Spatial dynamics of a primary succession: nucleation.** Journal of Ecology 62(2): 417-428, 1974. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2258988>>. Acesso em: dez. de 2021.