

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

HUMBERTO DA COSTA SANTANA

**PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS OU ALTERADAS -
PRADA, DE PROPRIEDADE RURAL LOCALIZADA NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL DA SERRA DA MANTIQUEIRA**

DOIS VIZINHOS

2023

HUMBERTO DA COSTA SANTANA

**PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS OU ALTERADAS -
PRADA, DE PROPRIEDADE RURAL LOCALIZADA NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL DA SERRA DA MANTIQUEIRA**

**Project for the restoration of degraded or altered areas on a rural property
located in the Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira.**

Trabalho de conclusão de curso de especialização
apresentado como requisito para obtenção do título
de Especialista em Restauração Florestal da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador(a): **Ciro Duarte de Paula Costa.**

DOIS VIZINHOS

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

HUMBERTO DA COSTA SANTANA

**PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS OU ALTERADAS -
PRADA, DE PROPRIEDADE RURAL LOCALIZADA NA ÁREA DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL DA SERRA DA MANTIQUEIRA**

Trabalho de conclusão de curso de especialização
apresentado como requisito para obtenção do título
de Especialista em Restauração Florestal da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 24/fevereiro/2023

Ciro Duarte de Paula Costa
Engenheiro Florestal
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Daniela Aparecida Estevan
Doutora em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Mauricio Romero Gorenstein
Doutor em Recursos Florestais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

DOIS VIZINHOS

2023

Dedico este trabalho ao Sol todo-poderoso
que tudo provê, aos meus pais e irmãos,
à Thaís, aos nossos filhotes lindos,
à Corruíra, ao Juca e ao Pixirica.

RESUMO

Este trabalho detalha o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRADA) necessário para a regularização ambiental de uma propriedade rural localizada na Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira. Esta propriedade rural possui passivos ambientais em áreas de preservação permanentes que necessitam ser restauradas. Este PRADA inclui informações sobre o diagnóstico ambiental destas áreas, o método de recuperação escolhido, as atividades e os insumos a serem utilizados no isolamento dos fatores de perturbação, na implantação e na manutenção florestal, o cronograma de execução, o orçamento e as atividades de monitoramento que serão realizadas até o momento em que as áreas apresentarem condição não degradadas e com capacidade de autossustentação, sem a necessidade de mais intervenções.

Palavras-chave: área de preservação permanente; projeto de recuperação de áreas degradadas, regularização ambiental; restauração florestal.

ABSTRACT

This work details the Project for the Recovery of Degraded or Altered Areas necessary for the environmental regularization of a rural property located in the Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira. This rural property has environmental liabilities in permanent preservation areas that need to be restored. This project includes information on the environmental diagnosis of these areas, the recovery method chosen, the activities and inputs to be used in isolating the disturbance factors, in the implantation and forest maintenance, the execution schedule, the budget and the activities of monitoring that will be carried out until the areas present a non-degraded condition and self-sustaining capacity, without the need for further interventions.

Keywords: degraded areas recovery project, environmental regularization; permanent preservation area; forest restoration.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO E ESCOPO DESTE PROJETO	15
3	DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DOS FATORES DE DEGRADAÇÃO E DE CONSERVAÇÃO	16
4	SELEÇÃO DAS TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL	28
5	AÇÕES DE ISOLAMENTO DOS FATORES DE PERTURBAÇÃO	30
5.1	Cercamento	30
5.2	Aceiramento	31
5.3	Controle de processos erosivos	31
5.4	Erradicação de espécies invasoras	32
5.5	Saneamento rural	32
6	IMPLANTAÇÃO FLORESTAL	33
6.1	Coleta e análise do solo	33
6.2	Coroamento	33
6.3	Controle da matocompetição	33
6.4	Controle de formigas cortadeiras	34
6.5	Preparo do solo	34
6.6	Calagem e fertilização	34
6.7	Irrigação de plantio	35
6.8	Plantio de mudas	35
7	MANUTENÇÃO FLORESTAL	37
7.1	Replantio	37
7.2	Controle da matocompetição	37
7.3	Fertilização de cobertura	37
7.4	Irrigações complementares	38
7.5	Controle de formigas cortadeiras	38
7.6	Proteção das áreas	38
8	MONITORAMENTO.....	39
9	MANEJO ADAPTATIVO	41
10	CRONOGRAMA	42
11	ORÇAMENTO	43
12	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

Em 25 de maio de 2012 o Brasil promulgou sua Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN). Conhecida popularmente como Novo Código Florestal¹, esta lei criou o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e previu a implantação do Programa de Regularização Ambiental (PRA). Enquanto o CAR registra a localização e a situação ambiental de cada imóvel rural, o PRA, de responsabilidade estadual, orienta e acompanha os produtores rurais nas ações necessárias para a regularização ambiental destes imóveis (BRASIL, 2012).

A atenção do PRA recai principalmente sobre as Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal ou de Uso Restrito. Uma Área de Preservação Permanente (APP) é definida pela LPVN como uma “área protegida, coberta ou não 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”. A Reserva Legal (RL) é definida como “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.”. Já as áreas com inclinação entre 25° e 45° são consideradas áreas de uso restrito (AUR), onde são permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas (BRASIL, 2012).

Hoje, proprietários ou possuidores de imóvel rural com passivos ambientais por supressão irregular de remanescentes da vegetação nativa em APP, RL ou AUR, e que tenham sido inscritos no CAR, podem solicitar adesão ao PRA como forma de iniciar a regularização ambiental deste imóvel. Neste caso, eles devem informar ao órgão ambiental quais serão as estratégias adotadas para promover a readequação ambiental do imóvel, por meio da Proposta Simplificada de Regularização Ambiental (PSRA).

¹ A denominação “Novo Código Florestal” é inadequada: Não se trata de um código (conjunto de dispositivos legais sobre um determinado campo jurídico, como o Código Penal), nem mesmo se restringe a florestas. Essa lei abrange todo e qualquer ecossistema terrestre nativo, incluindo campos, caatingas e cerrados.

O órgão ambiental poderá solicitar informações mais detalhadas sobre o projeto, caso em que o proprietário ou possuidor deverá apresentar um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRADA). O PRADA inclui informações sobre o diagnóstico ambiental da área, o método de recuperação escolhido, as atividades e os insumos a serem utilizados na recuperação, o cronograma de execução e as atividades de monitoramento que serão realizadas até o momento em que as áreas apresentarem condição não degradada e com capacidade de autossustentação, sem a necessidade de mais intervenções.

Este trabalho detalha o PRADA necessário para a regularização ambiental de uma propriedade rural que possui passivos ambientais referentes às suas APPs, com áreas a serem restauradas. Esta propriedade rural está localizada no sul de Minas Gerais, dentro da Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira (APASM), conforme mapa de localização da propriedade (Figura 1).

2 OBJETIVO

O objetivo deste projeto é recuperar as áreas degradadas desta propriedade rural localizada na Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira, visando sua regularização ambiental.

Como decorrência da recuperação destas áreas degradadas, são esperados os seguintes efeitos:

- a melhoria da qualidade da água na propriedade, com o isolamento dos fatores de contaminação;
- uma melhor conservação do solo destas áreas, com a redução dos processos erosivos;
- um incremento da biodiversidade, com a restauração florestal das áreas degradadas.

Para que estes objetivos sejam atingidos, o escopo deste projeto inclui as seguintes atividades:

- o diagnóstico ambiental da área;
- a seleção do método de recuperação a ser adotado;
- o levantamento das atividades e dos insumos necessários para o isolamento da área, para a restauração florestal e sua manutenção;
- a definição das metodologias do monitoramento e do manejo adaptativo que serão adotados até o momento em que as áreas apresentarem condição não degradada e capacidade de autossustentação;
- a construção de um cronograma e de um orçamento para este projeto.

3 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DOS FATORES DE DEGRADAÇÃO E DE CONSERVAÇÃO

A degradação ambiental pode ser definida como o processo de alteração negativa do ambiente, resultante de atividades humanas que possam causar desequilíbrio parcial ou total dos ecossistemas (WATANABE, 1997). Descrevemos a seguir este ambiente, citando as atividades humanas que causaram sua degradação e os esforços recentes que buscam sua recuperação e conservação.

A Serra da Mantiqueira é uma cadeia de montanhas localizada na Região Sudeste do Brasil. Formada basicamente por embasamento cristalino, estende-se paralelamente à Serra do Mar e abrange partes dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Nesta serra localizam-se o Parque Nacional do Itatiaia e o Parque Estadual de Campos do Jordão, respectivamente o primeiro parque nacional e o primeiro parque estadual do Brasil.

O nome indígena Mantiqueira é geralmente traduzido como “lugar onde nascem as águas” ou “serra que chora”, devido à grande quantidade de nascentes e cursos d’água que nela se originam. Suas águas abastecem desde pequenas cidades até grandes centros urbanos da região sudeste, como as capitais Rio de Janeiro e São Paulo. É considerada a maior província de água mineral do planeta em quantidade e qualidade do recurso (DETZEL *et al.*, 2018).

O bioma da Mata Atlântica cobre totalmente a Serra da Mantiqueira. Reconhecida por sua alta biodiversidade, considerada uma das mais altas do mundo, a Mata Atlântica sofre há muitos séculos danos pela ação humana.

A região da Serra da Mantiqueira era habitada originalmente por tribos de índios da etnia Puri. Relatos históricos indicam que a presença destes indígenas na serra concentrava-se nas passagens ou gargantas de seu relevo, uma vez que a maior parte desta população indígena ocupava prioritariamente o vale formado entre as serras do Mar e da Mantiqueira. O povo Puri praticava uma agricultura itinerante (DRUMMOND, 1997). Por conta de seu modo de vida e de sua população relativamente pequena, a partir do trabalho de Ehrlich *et al.* (1971) pode-se imaginar que esta forma de exploração provocava um pequeno impacto ambiental na região².

² $I = (P \times A \times T)$ é a notação matemática da fórmula apresentada por Ehrlich *et al.* (1971), para descrever o impacto da atividade humana no meio ambiente. A expressão equipara o impacto humano no meio ambiente a uma função de três fatores: população (P), afluência (A) e tecnologia (T). Embora criticada principalmente por sua simplicidade para descrever um problema complexo, é utilizada neste trabalho apenas para uma primeira aproximação.

Porém, no início do século XVII a Serra da Mantiqueira começou a receber expedições bandeirantes da Capitania de São Paulo à procura de riquezas minerais e de índios para apresamento (DETZEL et al., 2018). Conflitos destas expedições com os Puris frequentemente terminavam com o extermínio destes, como descreve Rugendas (1835) em sua obra “Voyage pittoresque dans le Brésil”, após sua passagem pela região no início do século XIX:

“Procura-se, de preferência, surpreendê-los nos acampamentos e, quando descobertos são cercados durante a noite e, ao clarear o dia, faz-se fogo de todos os lados contra os índios ainda adormecidos.”

Além do extermínio pelos bandeirantes (Figura 1), doenças trazidas pelos portugueses como gripe, sarampo, coqueluche, tuberculose e varíola, contra as quais seus corpos não tinham imunidade natural, e o vício em aguardente, destilado introduzido e largamente difundido pelos bandeirantes, dizimaram sua população: enquanto no século XVIII os Puris eram estimados em mais de 5.000, o censo de 2010 (IBGE, 2010) registrou apenas 675 destes indígenas na mesma região.

O impacto desta invasão afetará não apenas os primeiros povos, mas também a paisagem natural que passará a sofrer crescente desmatamento e outras modificações. Aos poucos foram introduzidas novas plantas como cana-de-açúcar, café e beterraba, como também gado bovino, cavalos, cabras e suínos e gramíneas africanas. Em partes da Serra da Mantiqueira, a introdução destas espécies exóticas substituirá praticamente toda a natureza da floresta original nas décadas seguintes.

Então, nos últimos anos do século XVII, foram descobertos grandes aluviões de ouro na região que, a partir de então, recebeu o nome de Minas Gerais. Com o advento do ciclo da mineração, como então ficou conhecido, a região da Mantiqueira, situada ao sul de Minas Gerais, se mostrou propícia ao contrabando de ouro e pedras preciosas (DETZEL et al., 2018). Dois caminhos foram abertos nesta região: um mais antigo que era percorrido pelos bandeirantes desde a província de São Paulo até as ramificações superiores do rio São Francisco e um Caminho Novo que a partir do Rio de Janeiro alcançava o Vale do Paraíba e entroncava-se com o primeiro próximo a cidade de Lorena. Com o passar do tempo, esses caminhos deram origem à famosa Estrada Real e favoreceram a instalação de ranchos, roças, fazendas, pousos e vendas (DRUMMOND, 1997).

Figura 1: Guerrilhas



Fonte: Rugendas (1835).

Com a decadência das minas já por volta de 1780 e com a introdução dos primeiros cafezais, no que ficou conhecido como ciclo do café, os eixos econômicos e demográficos do nordeste foram sendo transferidos para o sul e sudeste do País. A atividade cafeeira alterou de forma repentina e acelerada a paisagem natural pelo desmatamento de enormes áreas (Figura 2). Apenas nas cristas íngremes da Serra da Mantiqueira a floresta foi preservada (DETZEL et al., 2018).

Monteiro Lobato, escritor paulista que entre 1911 e 1916 residiu na fazenda Buquira, aos pés da Serra da Mantiqueira, foi testemunha ocular da destruição da Mata Atlântica nesta região. Em Urupês, considerada sua obra prima, registrou:

É peculiar de agosto, e típica, esta desastrosa queima de matas; nunca, porém, assumiu tamanha violência, nem alcançou tal extensão, como neste tortíssimo 1914. (...) A Serra da Mantiqueira ardeu (...) e é hoje um cinzeiro imenso, entremeado aqui e acolá de manchas de verdura – as restingas úmidas, as grotas frias, as nesgas salvas a tempo pela cautela dos aceiros. Tudo mais é crepe negro.

Figura 2: Derrubada de uma Floresta



Fonte: Rugendas, 1835.

É importante destacar que os campos de altitude da Serra da Mantiqueira, desde o início da ocupação bandeirante, já serviam de pastagens para o gado e burros de carga, dando início à tradição e cultura de produção de derivados de leite na Serra, como queijos e manteigas, que se mantêm até hoje. Ainda nessas áreas mais altas da Mantiqueira, as florestas de encostas e dos vales foram progressivamente substituídas por plantios de milho e feijão (MENDES Jr. et al., 1991).

Com o declínio da atividade cafeeira, as terras foram abandonadas e deram lugar a pecuária extensiva que se reencontrou com a antiga cultura tropeirista. O gado leiteiro e o capim-gordura então dominaram a paisagem da Serra da Mantiqueira (DETZEL et al, 2018).

Todos estes ciclos de destruição da Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira afetaram também a cultura local. Embora na região ainda se observe a valorização de algumas espécies florestais nativas, como é o caso da araucária e da palmeira

juçara, muitos dos símbolos culturais associados hoje à Serra da Mantiqueira curiosamente referem-se a plantas exóticas que substituíram a mata nativa recentemente. É o caso das árvores de “plátano”, hortênsias e cerejeiras em Campos do Jordão, e do marmelo, pera, pêsego e oliveiras em Delfim Moreira e Marmelópolis. Alguns destes símbolos exóticos foram inclusive tombados como patrimônio cultural imaterial da região, como o modo de se preparar o queijo parmesão e a sopa de marmelo. “Mantiqueira”, composição de Nelson Ayres (1981), cita uma frutífera exótica como um dos símbolos da região.

Na tentativa de minimizar estas pressões antrópicas, algumas ações governamentais foram tomadas, embora tardiamente, como a criação do Parque Nacional de Itatiaia em 1937, do Parque Estadual de Campos do Jordão em 1941 e da Floresta Nacional de Passa Quatro em 1968. Em 1985 foi criada a Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira (APASM), abrangendo 27 municípios dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, numa área de 437 mil hectares. Cerca de 50 mil pessoas residem hoje na APASM, que em sua maioria vivem nas áreas rurais destes municípios.

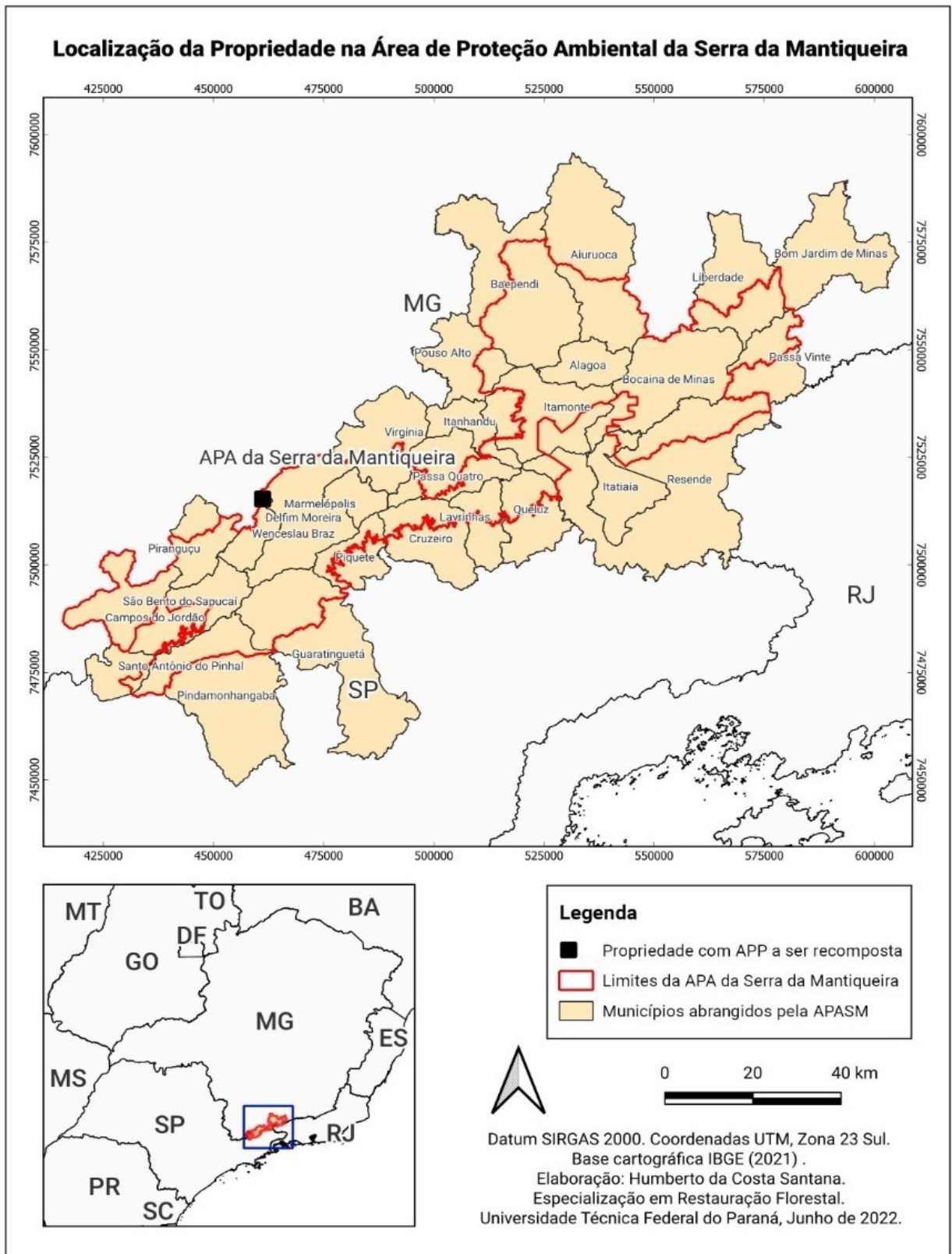
A partir da década de 1990, turistas que buscavam locais para prática de montanhismo descobriram pontos como a Pedra do Baú, o Pico dos Marins, a Pedra Selada e o Pico das Agulhas Negras. O turismo rural e ecológico despontou então, embora timidamente, como uma possível alavanca para a economia local (MENDES Jr. *et al.*, 1991).

Nas três últimas décadas tem se intensificado a construção de moradias na APA da Serra da Mantiqueira (Figura 3). Esta ocupação exerce alguma pressão nos escassos remanescentes florestais da região, seja com a coleta de lenha, caça, pesca ou com focos de incêndio que não raramente atingem a propriedade.

O mapa de cobertura vegetal pretérita ou original construído para esta região (Figura 4) aponta que a área originalmente encontrava-se sob domínio do bioma Mata Atlântica, em formação vegetal do tipo florestal, num ecótono entre floresta ombrófila densa e floresta ombrófila mista.

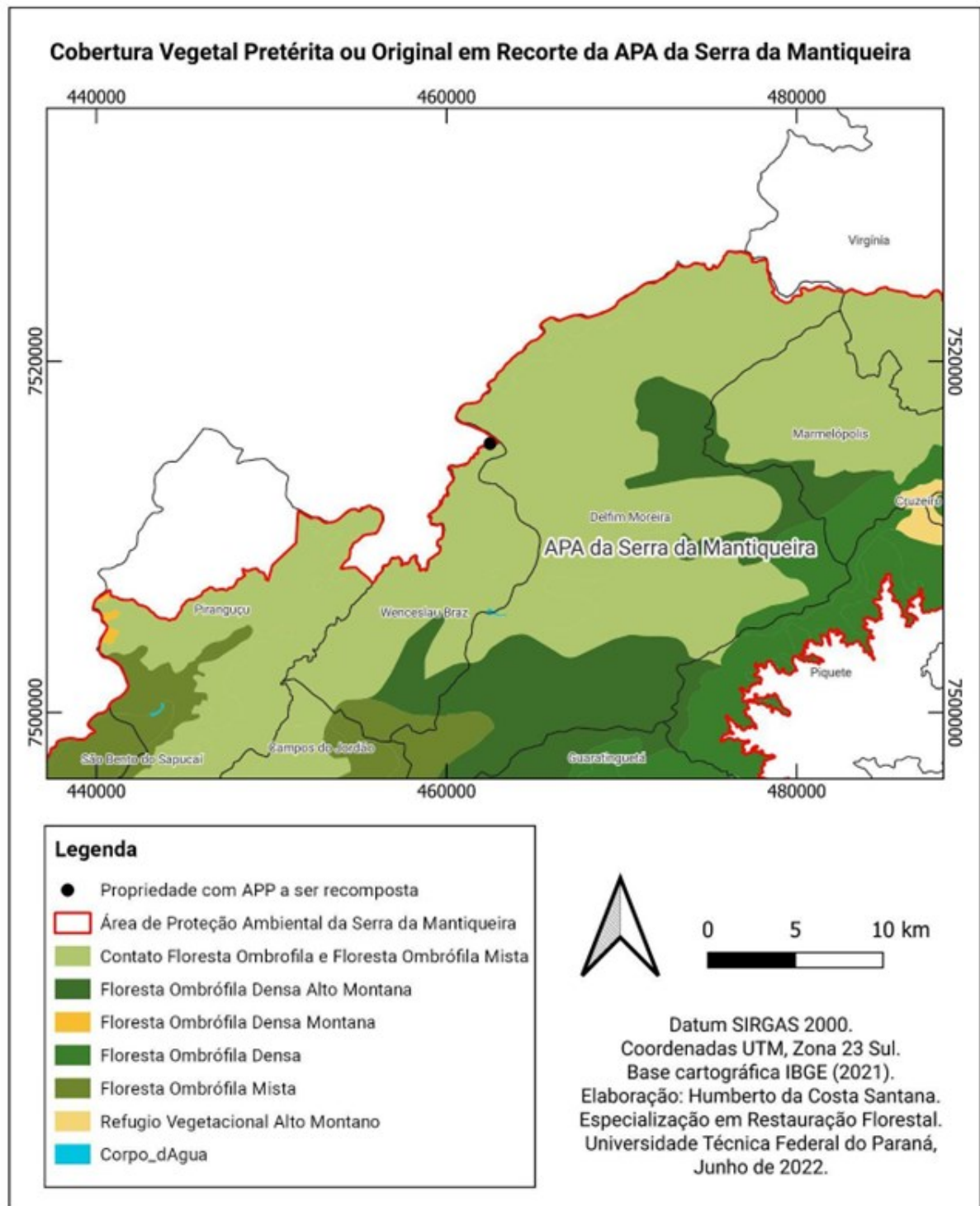
O clima da região é Tropical de Altitude, tipo Cwb, com invernos secos e frios suscetíveis à fortes geadas devido à altitude da serra da Mantiqueira (890 metros na sede da propriedade), e verões amenos suavizados pela altitude e pela alta pluviosidade de seus verões.

Figura 3: Localização da propriedade na APA da Serra da Mantiqueira



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 4: Cobertura Vegetal Pretérita ou Original



Fonte: Autoria própria (2022)

Após esse breve histórico e caracterização da região, podemos agora caracterizar e analisar a propriedade em si.

Uma consulta ao plano de manejo da APASM nos revela que a propriedade, que possui 29 hectares, está situada em uma Zona de Produção Rural (ZPR). Nestas zonas ainda são admitidas atividades industriais e agrícolas, pecuária, aquicultura, silvicultura e até mesmo mineração.

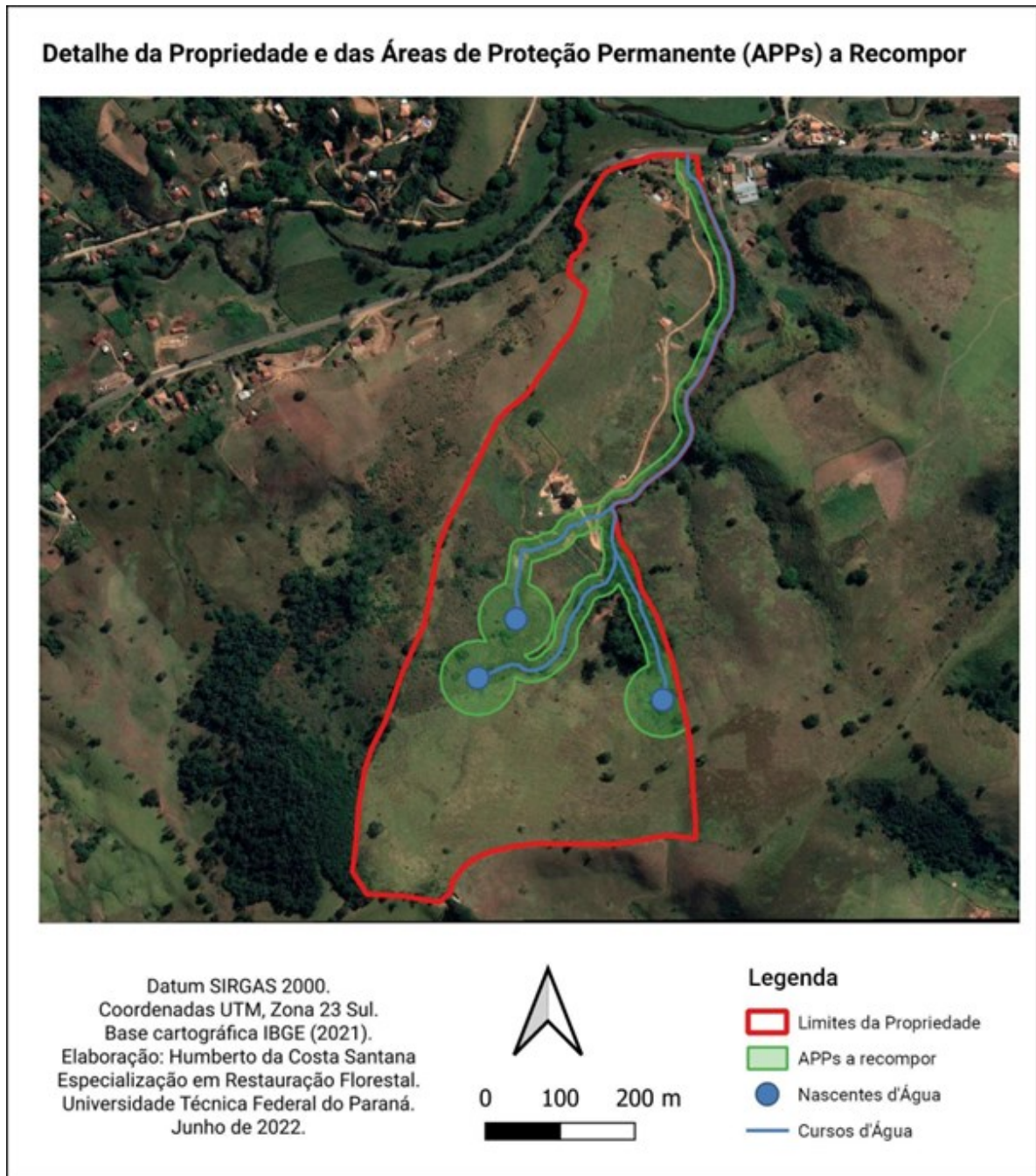
No entorno da propriedade existem pequenos e médios fragmentos florestais em estágio inicial e secundário, numa matriz em que há predomínio de pastagens utilizadas pela pecuária de corte e de leite e alguma presença de áreas agrícolas. Um dos remanescentes mais significativos na região fica a aproximadamente 3 quilômetros da área de estudo, possui cerca de 100 hectares e é cercado por pastagens de gramíneas exóticas.

Em uma visita de campo que foi realizada à propriedade, observou-se:

- Presença de gramíneas exóticas invasoras, principalmente *Brachiaria* spp., tanto nas áreas de pastagem como também nas áreas de preservação permanente que necessitam de restauração;
- Presença de gado bovino nas áreas de preservação permanente;
- Por observação visual e tátil, que o solo parece compactado e pouco fértil, com pouca presença de matéria orgânica;
- Processos erosivos em estágios iniciais que precisam ser contidos;
- Presença de regenerantes nas pastagens e nas APPs, embora o pisoteio do gado limite a capacidade de suporte à germinação e ao estabelecimento da maioria das plantas, atrasando o processo de sucessão.
- Presença de *Pinus* spp., que se estabeleceu de forma espontânea, e de *Eucalyptus* spp., introduzido, tanto sobre a pastagem como também nas áreas de preservação permanente a serem recompostas.
- O terreno não é excessivamente pedregoso nem possui áreas sujeitas a alagamento.

A LPVN considera como uma APP de nascentes, “a área no entorno da nascente e do olho d’água perene, qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros”. Para os cursos d’água, a lei define as APPs como “as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros”, na largura mínima de 30 metros para esta propriedade. A Figura 5 apresenta estas áreas na propriedade.

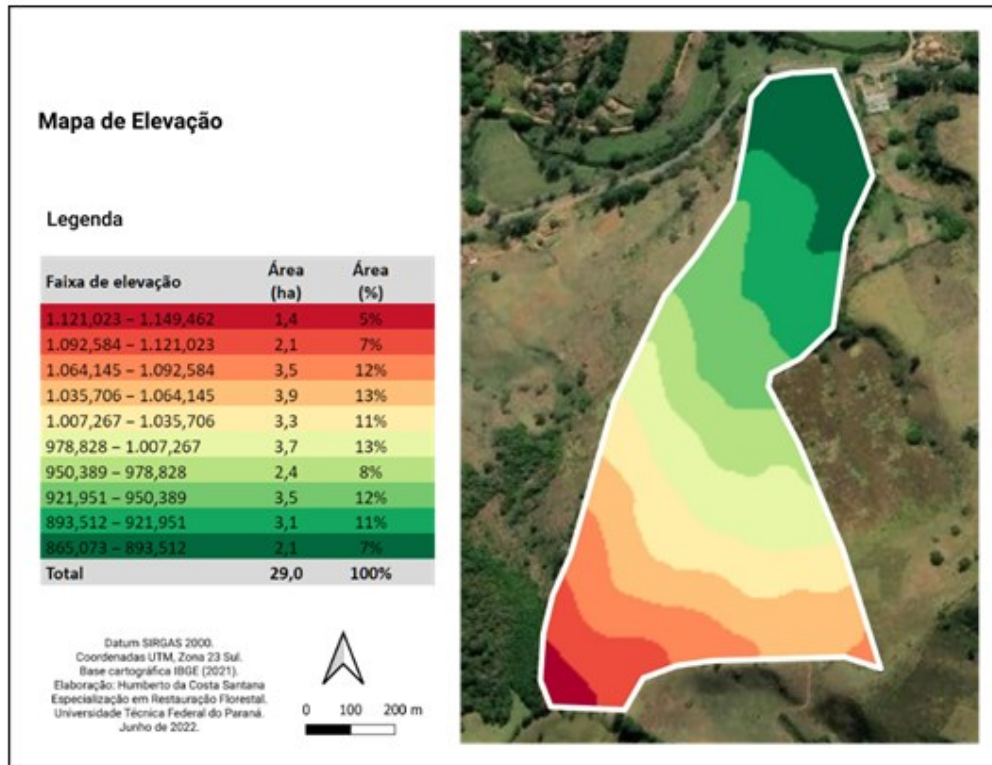
Figura 5: Detalhes da propriedade e das APPs a serem restauradas.



Fonte: Autoria própria (2022)

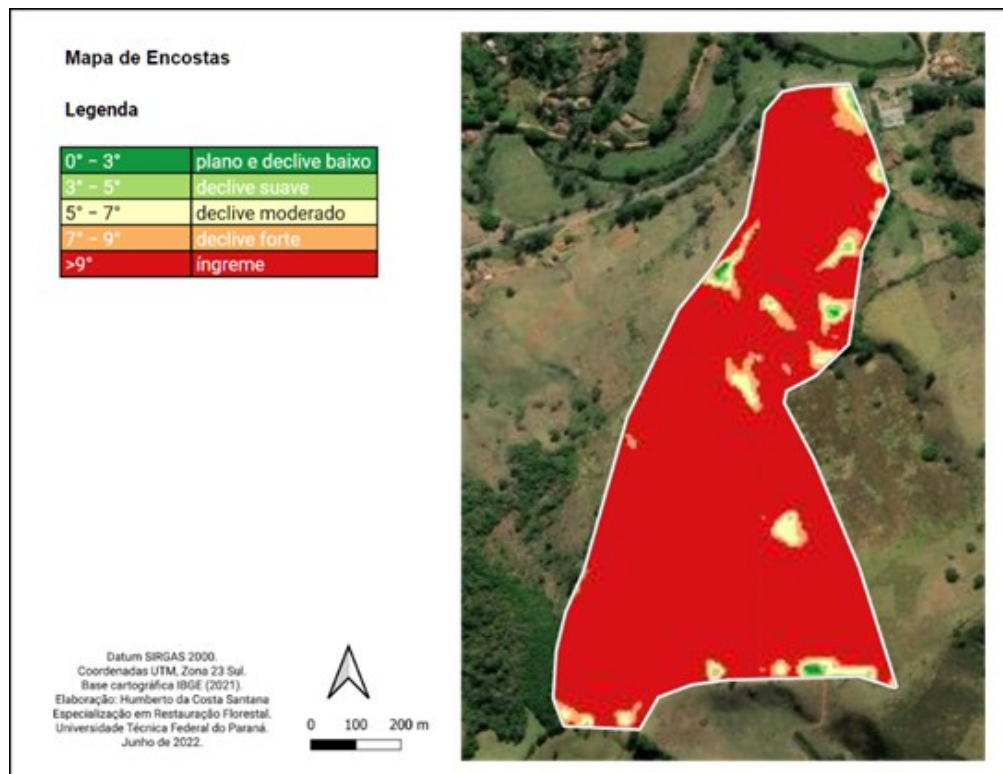
Análise dos mapas de elevação e de encostas (Figuras 6 e 7) nos mostra que a propriedade apresenta relevo muito acidentado, o que praticamente impede o uso de trator no processo de preparo das áreas que serão restauradas ativamente.

Figura 6: Análise de Elevação



Fonte: Autoria própria (2022)

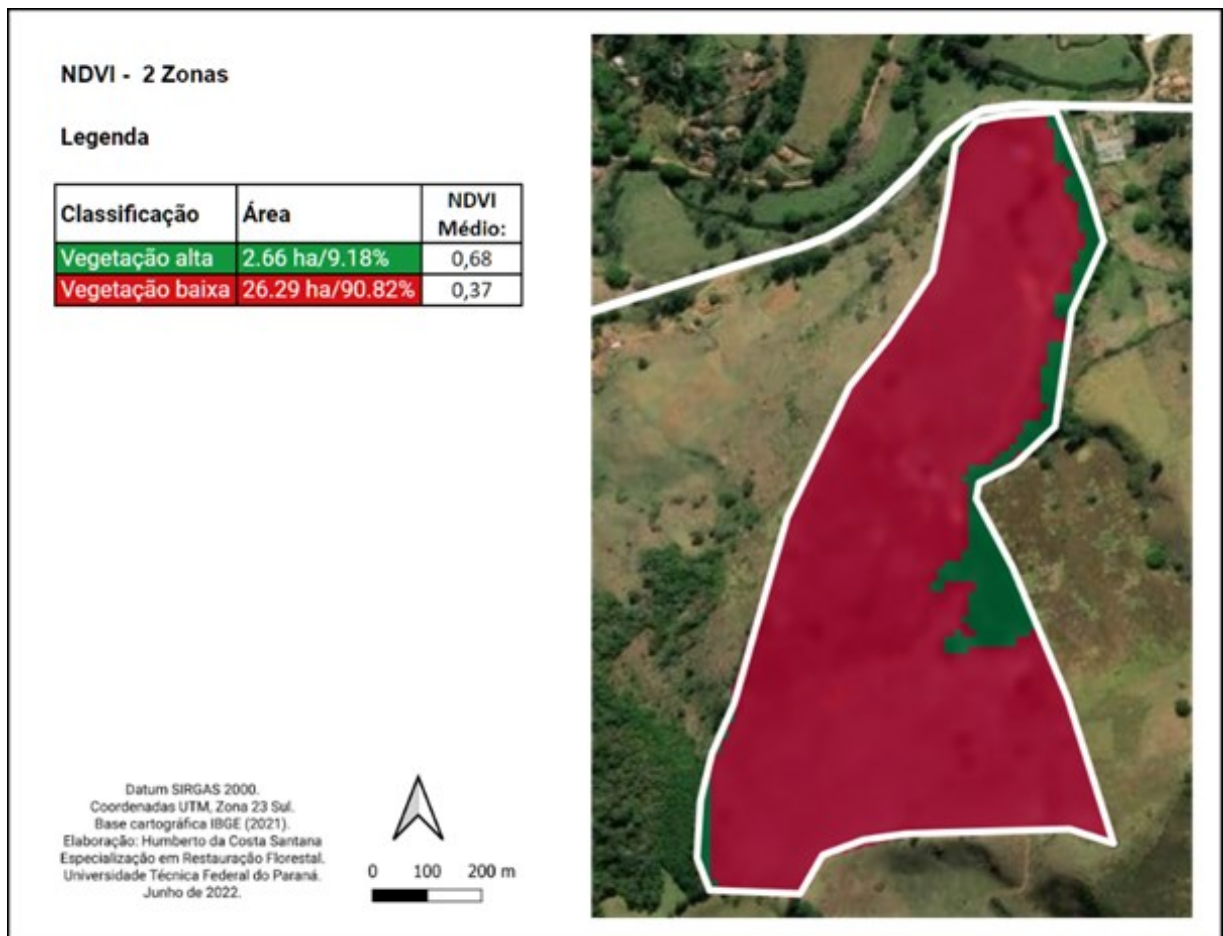
Figura 7: Mapa de encostas.



Fonte: Autoria própria (2022)

Uma análise do mapa com o índice NDVI³ (Figura. 8) nos mostra que muitas áreas a serem restauradas apresentam vegetação muito rala, mesmo para pastagens. Por isso, talvez já possamos levantar a hipótese de que estas áreas contam com baixa fertilidade e/ou sofrem com sobrecarga de gado e eventualmente compactação. Uma análise de solo poderá confirmar ou não estas hipóteses.

Figura 8 - Mapa NDVI com 2 zonas de valores.



Fonte: Autoria própria (2022)

³ Índices de vegetação são empregados, já com sucesso, nos estudos para caracterização de parâmetros biofísicos da vegetação. Estes índices podem ser obtidos tanto de dados coletados por satélites como por equipamentos próximos ao alvo de interesse, como os espectrorradiômetros. Um dos índices de vegetação mais comuns é o NDVI, ou Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, que retrata a forma como uma planta reflete e absorve a radiação solar em diferentes comprimentos de onda. Os índices NDVI são um dos mais adequados para o acompanhamento do desenvolvimento de uma determinada vegetação, pois medem a biomassa fotossinteticamente ativa nas plantas. Os valores de NDVI são os mais precisos nos estágios de crescimento ativo da vegetação. Um NDVI entre 0,66 e 1 aponta para uma vegetação muito saudável. Entre 0,33 e 0,66, moderadamente saudável. Entre 0 e 0,33, uma vegetação não-saudável. E para NDVI entre -1 e 0, temos uma vegetação morta ou objetos inanimados.

Uma das maiores dificuldades para a restauração de uma área degradada está relacionada com a sua resiliência, ou seja, a capacidade deste ecossistema suportar perturbações ambientais mantendo estrutura e padrão geral de comportamento enquanto sua condição de equilíbrio dinâmico é modificada (WATANABE, 1997). Como um exemplo da importância de avaliarmos corretamente a resiliência de uma área, podemos citar que a regeneração natural, que seria uma possível forma de recuperação ambiental, é inviabilizada em áreas que possuem baixa resiliência. Uma baixa resiliência pode ser ocasionada por diversos fatores, como a invasão de espécies exóticas ou daninhas, a lixiviação, erosão, contaminação e/ou compactação do solo, a ausência ou limitação do banco de sementes, a distância de fontes de propágulos, a ausência de animais dispersores de sementes e a presença de condições inadequadas à germinação das sementes (CUBIÑA; & AIDE, 2001).

Levando em conta os fatores acima que afetam a resiliência de uma área, podemos inferir que a floresta densa e úmida que recobria a área até o século XIX, embora dotada de grande resistência inicial, apresenta hoje uma resiliência menor, devido ao grau, a duração e a recorrência das perturbações a que foi submetida pelos ciclos de extrativismo, agricultura e pecuária citados anteriormente. Por conta da presença de vegetação nativa próxima, presença de regenerantes e cobertura de invasoras, podemos avaliar a área como tendo médio potencial de regeneração. Ou seja, a área apresenta média capacidade de recompor seus atributos estruturais e funcionais.

4 SELEÇÃO DAS TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Uma vez realizado o diagnóstico da área, utilizamos a chave para escolha de métodos de recomposição da vegetação nativa proposta por Kuhlmann (2018). Esta chave de intervenções, assim como outras, propõe as técnicas mais apropriadas de restauração florestal para diferentes cenários de degradação. Para cada classe de diagnóstico existe uma intervenção vinculada, reunindo as atividades necessárias à execução do projeto de restauração florestal daquela área.

Assim, para o cenário encontrado nesta área de intervenção, que conta com a presença de fragmentos de vegetação nativa próxima, presença de regenerantes e observação de alguma cobertura por espécies invasoras, configurando um potencial de regeneração médio, a estratégia empregada será a condução da regeneração natural de espécies nativas conjugada com o plantio de mudas de espécies nativas para adensamento e, eventualmente, enriquecimento.

Na condução da regeneração natural com adensamento, mudas de espécies florestais nativas do grupo funcional de recobrimento são introduzidas nos espaços com falhas de regeneração natural. Espécies de recobrimento são aquelas que promovem o rápido recobrimento da área, por apresentarem rápido crescimento e formação de copa ampla e densa. Em oposição, espécies do grupo de diversidade são espécies de crescimento mais lento e menor cobertura de copa quando comparadas às espécies de recobrimento. Na sucessão ecológicas elas são fundamentais para garantir a recomposição da área, uma vez que vão gradualmente substituindo as espécies de recobrimento, e assim, ocupando definitivamente a área. Esse grupo inclui as espécies secundárias tardias e as climácicas. A estratégia de adensamento acelera a recolonização da área por espécies nativas, melhora as condições de solo e ajuda na supressão das espécies invasoras competidoras, notadamente o *Pinus* spp. e *Brachiaria* spp. Ao final dos quatro anos de duração deste projeto, espera-se que as espécies nativas do grupo de recobrimento tenham ocupado e coberto a área, competindo com a vegetação invasora e causando sua diminuição. Espera-se também que as copas das plântulas das espécies de recobrimento já ocupem a maior parte da área e que alguns indivíduos já despontem em altura.

Porém, se já a partir do 2º ano não forem observados regenerantes de espécies nativas do grupo de diversidade, deverá ser realizado um ou mais plantios

de mudas para o enriquecimento da área, melhorando assim as condições de retomada das funções ecológicas e da sucessão. Nesta técnica, mudas de espécies nativas do grupo de diversidade são introduzidas em áreas que já contam com processo de recuperação e onde, espera-se, já haja melhores condições do solo e presença de vegetação nativa. O plantio de enriquecimento é realizado onde há falhas da regeneração ou onde há abertura de faixas para a entrada de luz. Esta técnica visa garantir o desenvolvimento futuro da vegetação e maior biodiversidade. A partir de dois a três anos da implantação desta técnica, espera-se que a vegetação inicial já seja mais heterogênea, embora as copas das espécies de recobrimento ainda cubram a maior parte da área, com plântulas de espécies do grupo de diversidade formando um banco de plântulas.

Após dez anos do início deste projeto, espera-se que a vegetação já possua características de formação secundária, não demandando mais manejo para se desenvolver em direção a estágios mais avançados da sucessão ecológica. Neste período já devem ser encontrados regenerantes originados da chuva de sementes de fragmentos próximos e de plantas do próprio plantio.

Riscos na adoção desta técnica são de que a cobertura intensa de espécies competidoras ou a degradação do solo impeçam o crescimento das mudas plantadas e de plantas jovens regenerantes. A infestação elevada de formigas cortadeiras também pode inibir o crescimento das plantas e algumas espécies podem não se desenvolver satisfatoriamente, exigindo novos replantios com novas espécies ou manejo das copas para permitir maior entrada de luz.

5 AÇÕES DE ISOLAMENTO DOS FATORES DE PERTURBAÇÃO

Para que a área a ser restaurada seja isolada dos fatores de degradação ou de perturbação levantados no diagnóstico, as seguintes atividades devem ser realizadas:

5.1 Cercamento

Como há risco de acesso do gado bovino, a área precisa ser cercada. O cercamento se inicia com o estaqueamento, onde os desenhos de polígonos das áreas a serem restauradas são delimitados na propriedade, através do georreferenciamento dos vértices. Após o estaqueamento, o cercamento das áreas de interesse já pode ser realizado. Para a construção de cercas devem ser adotados os seguintes parâmetros:

- A cerca deverá ser executada com espaçamento entre estacas de 2,50 m;
- Os esticadores deverão ser instalados nos vértices, e a cada 60,00 m caso a distância entre os vértices seja duas vezes superior a essa medida;
- A cerca será composta por 5 fios com espaçamento entre eles de 30 cm a 40 cm, e o primeiro fio, mais próximo ao chão, deverá ser arame liso;
- A altura dos mourões é de 2,20 m e a altura dos esticadores é de 2,50 m;
- Ambos devem ser instalados de forma que fiquem a 1,60 m acima do nível do solo e sejam bem fixados e estabilizados;
- Recomenda-se deixar, no mínimo, uma passagem tipo colchete ou portão, para permitir de forma segura, o acesso de pessoas, materiais e equipamentos durante as atividades de restauração;
- A cerca deverá respeitar o polígono descrito neste projeto, que já considera as distâncias e os raios mínimos legalmente estabelecidos pela LPVN para nascentes e APPs.

Um subprojeto de dessedentação animal deverá ser realizado sempre que o cercamento das nascentes ou dos corpos hídricos impedirem o uso da água por animais domésticos na propriedade. Poderá ser levado em consideração, junto ao proprietário, a possibilidade do cercamento ser construído ou manejado de forma a permitir o acesso dos animais à água.

5.2 Aceiramento

A passagem do fogo em áreas sob processo de recomposição, recuperação ou restauração pode ser altamente prejudicial, especialmente nas fases iniciais dos projetos, visto que as áreas contêm baixa resistência para se recuperar deste tipo de dano. Por isso, medidas de controle tornam-se essenciais, sendo a construção e manutenção de aceiros a prática mais utilizada, especialmente nesta área em que o risco é maior em função da presença de pastagens nas áreas vizinhas. Os aceiros são as faixas onde a continuidade da vegetação é interrompida com a finalidade de dificultar a propagação do fogo e facilitar o seu combate, com largura variada de acordo com o tipo de material combustível, com a localização em relação à configuração do terreno e com as condições meteorológicas esperadas na época de ocorrência de incêndios (Inciso XX, Art. 2º da Lei Estadual nº 20.922/2013). A construção de aceiros é considerada atividade de interesse social e eventual ou de baixo impacto ambiental (alínea d do Inciso II e alínea f do Inciso III, do Art. 3º da Lei Estadual nº 20.922/2013). Os aceiros para prevenção de incêndios florestais, seguindo os parâmetros do órgão ambiental competente, estão dispensados de autorização do órgão ambiental (Inciso XX, Art. 2º da Lei Estadual nº 20.922/2013).

5.3 Controle de processos erosivos

Serão executadas medidas corretivas como a construção de contenções que interrompam a continuidade dos processos erosivos como o redirecionamento da água e a instalação de redutores de velocidade de escoamento, seguido de ações de condicionamento do solo de modo a melhorar sua estrutura e fertilidade de forma gradativa. Este condicionamento se dará pela introdução direta de material orgânico e com o plantio de espécies vegetais capazes de produzir alta quantidade de biomassa em curto espaço de tempo, melhorando os atributos do solo ao ponto de criar condições para o estabelecimento das espécies vegetais mais exigentes. Nesse sentido, um subprojeto que preveja a construção de barraginhas ou de caixas secas na propriedade poderá ser realizado se for detectada a necessidade de remediação imediata para o aumento da infiltração da água das chuvas e/ou do sequestro de sedimentos. Neste caso, deverão ser consideradas aproximadamente 5 horas x máquina para a instalação de cada barraginha e de 1 hora x máquina para a instalação de cada caixa seca. A implantação de barraginhas deverá ser priorizada, apesar da utilização de mais horas/máquina quando comparada às

instalações de caixa seca, por se manter mais funcional por mais tempo e com menos práticas de manutenção associadas, contrário ao que acontece com a implantação de caixa seca, que demanda menos horas/máquinas, mas deve ser instalada em local visível e demanda mais práticas de manutenções.

5.4 Erradicação de espécies invasoras

As espécies arbóreas exóticas invasoras, em especial *Pinus* spp. identificados na fase de diagnóstico, deverão ser “mortas de pé”, preferencialmente por anelamento, para que sirvam de poleiro para aves e estimulem a zoocoria. As gramíneas invasoras devem ser controladas com roçadas seletivas sucessivas, até que o recobrimento da área por parte das mudas florestais de recobrimento promova o sombreamento da área.

5.5 Saneamento rural

Um subprojeto de saneamento rural, com o uso de fossas sépticas ou de uma solução mais adequada para o tratamento de esgoto, pode ser elaborado se for identificado que o esgoto produzido pelas famílias residentes na propriedade rural comprometem a qualidade da água do manancial que está sendo recuperado. Podem ser utilizadas tecnologias sociais que apresentem baixo custo de manutenção e eficácia garantida.

6 IMPLANTAÇÃO FLORESTAL

Uma vez que a área a ser restaurada foi isolada dos fatores de degradação ou de perturbação levantados no diagnóstico, as seguintes atividades devem ser realizadas para a implantação florestal.

6.1 Coleta e análise do solo

A coleta e análise do solo tem como objetivo avaliar a fertilidade do solo e estabelecer valores de referência se for necessária a adubação e/ou correção do solo. A amostra do solo deve ser representativa e a área amostrada deve ser a mais homogênea possível, subdividida em glebas, levando-se em consideração a vegetação, a posição topográfica, as características perceptíveis do solo (cor, textura, condição de drenagem, etc) e o histórico da área (cultura atual e anterior, produtividade observada, uso de fertilizantes e de corretivos, etc.). As coletas poderão ser de amostras simples e/ou compostas e deverão ser realizadas em profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. A análise do solo deverá contemplar os parâmetros químicos (macro e micronutrientes) e físicos (granulometria), necessários ao fornecimento de informações para a recomendação de calagem e de adubação. O laboratório escolhido deverá ser acreditado pelo INMETRO e seguir os padrões do IAC (Instituto Agronômico de Campinas).

6.2 Coroamento

É a prática de eliminação da matocompetição no raio próximo às plantas nativas. Em áreas com alta densidade de plantas regenerantes de pequeno porte, faz-se um coroamento prévio antes da roçada, facilitando sua identificação, o que contribui para evitar sua supressão durante esta operação.

6.3 Controle da matocompetição

É uma das principais operações realizadas nos processos de restauração e tem por objetivo controlar gramíneas como a braquiária e o capim-gordura presentes na área. Será realizado de forma mecânica, através de roçadas e capinas seletivas, sempre respeitando os regenerantes presentes na área. Com o passar do tempo, é esperado que a maior cobertura da área pelo dossel crie condições ambientais desfavoráveis à permanência das gramíneas exóticas. As roçadas devem ser feitas a uma altura média de cerca de 10 cm do solo, com uso de roçadeiras costais. Elas são mais recomendadas por conta dos terrenos íngremes e de difícil acesso,

inacessíveis aos tratores. Além disso, tem a vantagem de permitir preservar, nos locais onde observa-se alguma resiliência, os indivíduos regenerantes de espécies nativas.

6.4 Controle de formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras prestam importantes serviços para a manutenção dos ecossistemas tropicais, atuando em processos como a decomposição da biomassa, fertilização do solo, polinização de flores e dispersão de sementes. Mas a presença de colônias dessa espécie nas áreas de restauração pode ser prejudicial, especialmente no início do desenvolvimento das plantas, e quando o método adotado é o plantio de mudas. Para o controle destes insetos serão utilizadas iscas formicidas granuladas, iniciando o tratamento um mês antes do plantio das mudas. A aplicação destes formicidas deve seguir com rigor as recomendações do fabricante e as normas aplicáveis.

6.5 Preparo do solo

O preparo do solo propõe a melhora das condições físicas do substrato que irá receber as mudas para facilitar seu o desenvolvimento. Será realizado de forma pontual, ou seja, por meio da abertura de covas (também chamadas de berços), apenas nas áreas que receberão as mudas. Para esta operação poderão ser utilizados enxadão, cavadeira ou perfuradores de solo manuais ou semi-mecanizados, como a moto-perfuradora com broca florestal.

6.6 Calagem e fertilização

Estes insumos serão aplicados conforme demanda apresentada pela análise de solo, que será realizada na etapa de diagnóstico das áreas, seguindo a recomendação técnica de fertilização do solo para espécies nativas. Para o caso de não se dispor de análises prévias de fertilidade do solo, será adotada uma recomendação genérica com a aplicação de:

- Calcário dolomítico: aplicado na dosagem de 2,0 toneladas / hectare. Além da correção da acidez e alcalinidade do solo, a aplicação deste insumo aumenta a disponibilidade de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) no sistema;
- Fertilização de base: aplicação principalmente de fósforo (P) com 150 a 200 g/planta do Super Simples ou do Super Triplo, ou mesmo da formulação com altos teores relativos de P, como o NPK-06.30.06.

6.7 Irrigação de plantio

A irrigação é recomendada conforme necessidade e condições climáticas. Em média, espera-se utilizar em cada irrigação de 3 a 5 litros/planta. Serão utilizados retentores de umidade, disponíveis no mercado com o nome de hidrogel, na dose de 2,0 a 3,0 gramas /planta, equivalentes à aplicação de 600 a 900 ml/planta da solução hidratada.

6.8 Plantio de mudas

Serão utilizadas espécies florestais do grupo de recobrimento para que se obtenha um rápido fechamento de copas e consequente redução do número de operações de controle de matocompetição, já que o sombreamento inibe o desenvolvimento das gramíneas invasoras. Além de reduzir o custo total do projeto, espera-se com isso um maior aporte de biomassa para o sistema, aceleração da ciclagem de nutrientes, com maior disponibilização destes nas camadas superiores do solo e também auxílio na retenção do solo, reduzindo os processos erosivos. A lista de espécies nativas regionais indicadas para esta área foi obtida no site do programa Flora e Funga do Brasil (JBRJ, 2022), como descrita no Quadro 1.

As operações de plantio devem ocorrer no período das águas na região para o plantio, que vai de novembro a março.

Quadro 1. Indicação de espécies florestais nativas do grupo de recobrimento para esta área.

#	Espécie	Nomes populares	Altura (m)	Grupo Sucessional	Grupo Funcional	Síndrome de Dispersão
1	<i>Alchornea glandulosa</i>	tanheiro, tapiá, tapieira	25	P	P	ZOO
2	<i>Alchornea triplinervia</i>	pau-jangada, tapiá	15-30	P	P	ZOO
3	<i>Bauhinia forficata</i>	pata-de-vaca	5-9	P	P	AUT
4	<i>Casearia sylvestris</i>	guaçatonga	6-20	P	D	ZOO
5	<i>Citharexylum myrianthum</i>	pau-viola, pombeiro	8-20	P	D	ZOO
6	<i>Croton floribundus</i>	capixingui	6-15	P	P	AUT
7	<i>Croton urucurana</i>	sangra-d'água	7-14	P	P	AUT
8	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	tamboril, timburi	20-35	P	P	AUT
9	<i>Guazuma ulmifolia</i>	mutambo	8-16	P	P	ZOO

10	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	pau-jangada, algodoeiro	6-12	P	P	ANE
11	<i>Inga vera</i>	ingá-do-brejo	5-10	P	P	ZOO
12	<i>Luehea divaricata</i>	açoita-cavalo-miúdo	5-25	P/NP	P	ANE
13	<i>Myrsine coriacea</i>	capororoca	1-20	P	D	ZOO
14	<i>Peltophorum dubium</i>	canafístula, guarucaia	15-25	P	D	AUT
15	<i>Senegalia polyphylla</i>	monjoleiro, guarucaia	15-20	P	P	AUT
16	<i>Senna multijuga</i>	pau-cigarra, aleluieiro	6-10	P	P	ZOO
17	<i>Solanum granuloseprosum</i>	couvetinga	1,5-8	P	P	ZOO
18	<i>Trema micrantha</i>	crindiúva, pau-pólvora	2-30	P	P	ZOO
19	<i>Senna macranthera</i>	fedegoso, manduirana	6-8	P	P	AUT

Fonte: Autoria própria (2023)

Legenda: Grupo sucessional: P: Pioneira; NP: Não pioneira. Grupo Funcional: P: Preenchimento; D: Diversidade. Síndrome de Dispersão: ANE: Anemocórica; AUT: Autocórica; ZOO: Zoocórica.

7 MANUTENÇÃO FLORESTAL

A manutenção das áreas em restauração deverá ocorrer até que se observe que a vegetação se encontra em um estágio de desenvolvimento no qual não mais necessita de intervenções para a continuidade do processo ecológico sucessional. Originalmente, são previstos 36 meses de manutenção, conforme cronograma apresentado no Cronograma Físico. Este prazo pode ser revisto se o monitoramento e o manejo adaptativo da área levantarem esta necessidade.

Muitas das operações de manutenção são uma continuidade das práticas adotadas na implantação. A implantação e o número de repetições destas operações seguirão inicialmente o cronograma apresentado no Cronograma Físico, mas pode variar de acordo com as condições descritas no Manejo Adaptativo. São elas:

7.1 Replântio

Consiste na reintrodução de mudas para suprir eventuais falhas de plantio. Sua aplicação pode também ocorrer nas fases mais avançadas do processo de restauração, como um plantio de enriquecimento.

7.2 Controle da matocompetição

É uma das operações de manutenção mais executadas. Por isso, é o componente de maior custo na manutenção. Este controle deve ser realizado de forma seletiva, para não causar injúrias às plantas nativas já estabelecidas por plantio ou regeneração natural. Por isso, quando a densidade de matocompetição é alta recomenda-se o coroamento ou estaqueamento prévios das mudas nativas, para facilitar a identificação das mesmas.

7.3 Fertilização de cobertura

Consiste na aplicação de macro e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas nas fases posteriores ao plantio. Como a dosagem recomendada de fósforo (P) é aplicada na fertilização de base, na fertilização de cobertura são dadas ênfases aos adubos com maior disponibilidade de nitrogênio (N) e potássio (K). A dosagem dependerá da análise de solo, mas uma recomendação genérica utilizada para os plantios de espécies nativas é a formulação NPK 20.05.20 na dosagem de 120 a 180 g/planta. Estes fertilizantes utilizados na cobertura podem estar enriquecidos com micronutrientes, como 0,3% de Boro (B) e 0,5% de Zinco (Zn) ou como FTE (com Manganês, Boro, Cobre, Zinco

e Ferro), aplicados na dosagem de 15 a 20 g/planta. Como o solo da área a ser restaurada é argiloso, não é necessário que a aplicação da dosagem descrita acima seja distribuída em duas etapas para se evitar a perda de nutrientes por lixiviação.

7.4 Irrigações complementares

Como na região há histórico e possibilidade de ocorrência de períodos de estiagem prolongada que cause déficit hídrico, deve ser dada atenção para que as plantas não sofram estresse fisiológico pela falta d'água nem entrem em senescência. Isso pode ocorrer quando se alcança o ponto de murcha permanente. As irrigações são necessárias especialmente nas fases iniciais, quando as plantas ainda apresentam pouca resistência às condições climáticas adversas. Estas irrigações complementares devem recarregar o retentor de umidade (hidrogel) utilizado na fase do plantio, contribuindo para a maior permanência da água e disponibilidade desta para as plantas.

7.5 Controle de formigas cortadeiras

Apesar das formigas serem elementos intrínsecos aos ambientes tropicais, a presença destas em quantidade desbalanceada pode causar prejuízos ao estabelecimento do sistema, atrasando o desenvolvimento das plantas ou até mesmo levando-as à morte. Assim, recomenda-se seu controle sempre que identificada alta incidência de sua atividade sob as plantas introduzidas no sistema, devendo este ser realizado com os devidos critérios técnicos apresentados pelo fabricante do produto utilizado para o controle.

7.6 Proteção das áreas

Os aceiros e cercamentos construídos devem receber manutenção periódica para mitigar os riscos já identificados na área de incêndio florestal e de acesso de animais.

8 MONITORAMENTO

Para que sejam evidenciados problemas não previstos que demandem ações corretivas, ou para que se saiba quando a área degradada em processo de restauração foi de fato recuperada, ou seja, quando área degradada adquiriu atributos bióticos e abióticos suficientes para se manter sem a necessidade de demais interferências, será realizada uma mensuração periódica dos resultados das ações de restauração.

Serão utilizados indicadores ecológicos que poderão confirmar ou não o sucesso da restauração e que determinarão a necessidade de eventuais ações corretivas. Os indicadores ecológicos representam a condição da área, e também podem ser utilizados para verificar o retorno do investimento realizado no processo de restauração.

Ao fim do 4º ano do projeto, espera-se que os seguintes parâmetros sejam atingidos:

1. A riqueza de espécies da área deverá apresentar ao menos 30% da riqueza de espécies nativas presentes num ecossistema de referência (floresta em estágio secundário médio).
2. Deve haver a presença de mais de 1.200 indivíduos de espécies nativas por hectare;
3. O dossel deve cobrir mais de 80% da área.

A metodologia de quantificação destes indicadores seguirá a regulamentação específica que é determinada pelo órgão ambiental estadual de Minas Gerais.

Relatórios periódicos contendo estes indicadores e a comprovação do cumprimento das ações previstas no PRADA serão enviados pelo responsável pela restauração da área ao órgão ambiental estadual, nos prazos definidos por este último.

Quando for observado que a área alcançou as condições ambientais satisfatórias, demonstrada pelo alcance dos valores de referência mínimos dos indicadores ecológicos, um relatório final consolidado deverá ser apresentado pelo responsável pela restauração, para que o órgão estadual ateste o cumprimento do Termo de Compromisso.

O Termo de Compromisso (TC) é o documento formal de adesão ao PRA perante o órgão ambiental estadual, com eficácia de título extrajudicial, que vincula os possuidores ou proprietários às obrigações de manter ou recompor as áreas de APP e RL, ou, quando for o caso, de compensar as áreas de RL, bem como sobre o uso ambientalmente adequado das áreas rurais consolidadas. As obrigações de restauração começam a ser contadas a partir da data de assinatura do TC. Com a assinatura do TC e formalização da adesão ao PRA, o possuidor ou proprietário poderá continuar a usar as áreas consolidadas sem que seja passível de novas multas, desde que estejam sendo cumpridas as obrigações nele previstas.

9 MANEJO ADAPTATIVO

O manejo adaptativo na restauração florestal é uma abordagem flexível e iterativa que busca ajustar as ações de restauração com base nas respostas observadas do ecossistema em questão. Ele é baseado em uma abordagem experimental em que as estratégias são ajustadas à medida que novas informações e dados são coletados.

O manejo adaptativo envolve um ciclo contínuo de planejamento, implementação, monitoramento e avaliação. Durante o planejamento, são definidos objetivos claros e metas específicas para a restauração, bem como as estratégias e técnicas a serem utilizadas. Durante a implementação, as técnicas são aplicadas no campo. Durante o monitoramento, são coletados dados para avaliar o progresso da restauração e para determinar se as ações estão alcançando os objetivos estabelecidos. Durante a avaliação, os dados coletados são analisados e as ações são ajustadas com base nas informações obtidas.

Essa abordagem é particularmente útil na restauração florestal, pois os ecossistemas florestais são complexos e podem ser afetados por muitos fatores diferentes, como condições climáticas, solos, espécies de plantas e animais, entre outros. O manejo adaptativo permite que os restauradores ajustem suas estratégias com base nas condições específicas do local e nas respostas observadas do ecossistema, o que pode aumentar a eficácia e a eficiência da restauração.

Assim, a partir de cada monitoramento semestral, ou noutro período que venha a ser definido por regulamentação específica do órgão ambiental estadual de Minas Gerais, será avaliada a necessidade de readequação de intervenções de manejo, seja por erros de dimensionamento ou pela ocorrência de fatores ambientais não-controlados.

Caso a restauração não atinja os valores mínimos de referência dos indicadores ecológicos dentro dos prazos máximos estabelecidos legalmente, poderão ser adotadas medidas de replantio, de adensamento ou enriquecimento, ou até mesmo em área total, conforme necessidade verificada na inspeção destas áreas.

11 ORÇAMENTO

Estimativa de custo para restauração de 01 hectare (10.000 m²), considerando espaçamento de 3 x 3 m.

Quadro 3. Orçamento

ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período										Total por hectare		
			Implantação		Manutenção								Quant.	Valor (R\$)	% total
					1º ano		2º ano		3º ano		4º ano				
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor			
1. INSUMOS															
Mourões (7)	un.	R\$ 22,90	20	R\$ 458,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	20	R\$ 458,00	2%
Estacas (7)	un.	R\$ 10,90	115	R\$ 1.253,50	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	115	R\$ 1.253,50	5%
Arame Farpado (7)	m	R\$ 0,45	1.600	R\$ 720,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	1.600	R\$ 720,00	3%
Balancim (7)	un.	R\$ 1,95	120	R\$ 234,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	120	R\$ 234,00	1%
Grampo (7)	Kg	R\$ 9,00	2,2	R\$ 19,80	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	2	R\$ 19,80	0%
Formicida (6)	Kg	R\$ 8,60	8	R\$ 68,80	6	R\$ 51,60	6	R\$ 51,60	6	R\$ 51,60	6	R\$ 51,60	32	R\$ 275,20	1%
Mudas florestais nativas	un.	R\$ 2,60	1.111	R\$ 2.888,60	222	R\$ 577,20	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	1.333	R\$ 3.465,80	14%
Calcário dolomítico (1)	Kg	R\$ 0,40	333	R\$ 133,32	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	333	R\$ 133	1%
Super Simples (2)	Kg	R\$ 3,50	375,00	R\$ 1.312,50	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	375	R\$ 1.312,50	5%
NPK 20-00-15 + micronutrientes (3)	Kg	R\$ 5,34	0	R\$ -	444,00	R\$ 2.370,96	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	444	R\$ 2.370,96	9%
Orgânico (4)	m ³	R\$ 33,33	6	R\$ 200,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	6	R\$ 200,00	1%
Hidrogel (5)	Kg	R\$ 48,00	6,6	R\$ 316,80	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	7	R\$ 316,80	1%
SUB TOTAL INSUMOS	R\$			R\$ 4.851,22		R\$ 2.948,16		R\$ 51,60		R\$ 51,60		R\$ 51,60		R\$ 7.799,38	30%

2. SERVIÇOS															
Construção da cerca	h homem	R\$ 10,00	160	R\$ 1.600,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	160	R\$ 1.600,00	6%
Controle de formigas (8)	h homem	R\$ 10,00	10	R\$ 100,00	10	R\$ 100,00	10	R\$ 100,00	10	R\$ 100,00	10	R\$ 100,00	50	R\$ 500,00	2%
Construção de aceiros (13)	h homem	R\$ 10,00	24	R\$ 240,00	24	R\$ 240,00	24	R\$ 240,00	24	R\$ 240,00	24	R\$ 240,00	120	R\$ 1.200,00	5%
Análise de Solo	-	R\$ 50,00	1	R\$ 50,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	1	R\$ 50,00	0%
Limpeza da área com moto roçadora (9)	h homem	R\$ 10,00	40	R\$ 400,00	40	R\$ 400,00	40	R\$ 400,00	40	R\$ 400,00	40	R\$ 400,00	200	R\$ 2.000,00	8%
Marcação das linhas e berços	h homem	R\$ 10,00	16	R\$ 160,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	16	R\$ 160,00	1%
Abertura das berços (10)	h homem	R\$ 10,00	93,00	R\$ 930,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	93,00	R\$ 930,00	4%
Calagem	h homem	R\$ 10,00	8	R\$ 80,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	8	R\$ 80,00	0%
Adubação de base - química	h homem	R\$ 10,00	8	R\$ 80,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	8	R\$ 80,00	0%
Adubação de base - orgânica	h homem	R\$ 10,00	8	R\$ 80,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	8	R\$ 80,00	0%
Aplicação do Hidrogel	h homem	R\$ 10,00	8	R\$ 80,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	8	R\$ 80,00	0%
Plantio e Replântio	h homem	R\$ 10,00	40	R\$ 400,00	8	R\$ 80,00	8	R\$ 80,00	0	R\$ -	0	R\$ -	56	R\$ 560,00	2%
Irrigação	h homem	R\$ 10,00	24	R\$ 240,00	24	R\$ 240,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	48	R\$ 480,00	2%
Adubação de cobertura NPK 20-00-15 + micronutrientes (11)	h homem	R\$ 10,00	0	R\$ -	32	R\$ 320,00	0	R\$ -	0	R\$ -	0	R\$ -	32	R\$ 320,00	1%
Limpeza das coroas (12)	h homem	R\$ 10,00	0	R\$ -	180	R\$ 1.800,00	120	R\$ 1.200,00	120	R\$ 1.200,00	120	R\$ 1.200,00	540	R\$ 5.400,00	21%
SUB TOTAL SERVIÇOS	R\$			R\$ 4.440,00		R\$ 3.180,00		R\$ 2.020,00		R\$ 1.600,00		R\$ 1.600,00		R\$ 10.220,00	40%

3. Custo de administração do projeto (elaboração e acompanhamento técnico)	R\$ 7.643,82	30%
TOTAL (1 + 2 + 3)	R\$ 25.663,20	100%

Notas:

- (1) 300 g/berço;
- (2) 250g/berço;
- (3) 400 g/berço divididos em 4 aplicações: 60, 120, 180 e 240 dias pós-plantio;
- (4) 4 litros de esterco curtido de curral por berço;
- (5) 6 g/berço;
- (6) Utilização de 3 a 4 kg por controle;
- (7) 400 m de cerca de eucalipto tratado, com estacas de 3 em 3 metros e mourão a cada 30 metros, com 4 fios de arame;
- (8) 1 controle = 5 horas/ha (10 controles);
- (9) 40 horas/ha (05 limpezas);
- (10) 12 berços/hora/homem;
- (11) NPK 20-00-15 + micronutrientes - 400 g/planta divididos em 4 aplicações: 60, 120, 180 e 240 dias pós-plantio com rendimento de 8 horas/homem/ha;
- (12) Rendimento de 150 berços/homem/dia, 60 horas/ha, 4 limpezas de aceiro.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto levantou as principais causas da degradação ambiental e as melhores práticas conhecidas para a recuperação da biodiversidade, da qualidade do solo e da qualidade da água desta propriedade rural localizada na Serra da Mantiqueira, por meio da restauração florestal.

Embora não tenham sido incluídas no escopo deste projeto, outras três orientações adicionais podem ser adotadas para melhorar a qualidade da água e a conservação do solo nesta propriedade rural:

- A construção de barraginhas nas áreas de recarga hídrica e de caixas secas nas margens das estradas internas da propriedade;
- A instalação de mini-estações para o tratamento do esgoto doméstico gerado na propriedade (saneamento rural);
- A construção de bebedouros para dessedentação animal em locais fora das áreas de preservação permanente.

Embora a recuperação desta área degradada requeira um esforço contínuo e os resultados levem um tempo considerável para serem observados, ela pode trazer uma série de benefícios à propriedade, como a promoção da agricultura sustentável, a geração de empregos locais, a promoção do turismo ecológico e a melhoria da qualidade de vida de seus proprietários.

REFERÊNCIAS

- AYRES, N. **Mantiqueira**. In: AYRES, Nelson. Mantiqueira. São Paulo: Som da Gente, 1981. 1 disco sonoro. Lado A, Faixa 2.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. Diário Oficial da União. Poder Executivo, Brasília, DF, 28 mai. 2012. Seção 1, p. 1.
- MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de biodiversidade no Estado de Minas Gerais.
- DETZEL, V. A.; BALDIM, M. M.; CIT, C.; LAMBERTI, S. P.. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira**. Detzel Consultores Associados S/S EPP. Brasília, 2018. 371 p.: Il.
- DRUMMOND, J. A. **Devastação e Preservação Ambiental no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UFF, 1997.
- DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A. **Proteção a Natureza e Identidade Nacional no Brasil, Anos 1920-1940**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2009.
- EHRlich, P. R. **A bomba populacional**. Tradução de Ruy Jungmann. São Paulo: Cultrix, 1971.
- EHRlich, P. R.; HOLDREN, J. P. **Impact of population growth**. New York: Ballantine Books, 1971.
- EMBRAPA. **Código florestal**: contribuições para adequação ambiental da paisagem rural. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/area-de-preservacao-permanente>>. Acesso em: 25 set. 2017.
- JBRJ - JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 21/12/2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- KUHLMANN, M. **Espécies e estratégias para recomposição da vegetação nativa no bioma Mata Atlântica**. 2018. (Editoração/Outra).

- LIMA, R. C. A.; MUNHOZ, L.; KFOURI, A. 2016. **Programas de Regularização Ambiental (PRAs)**: um guia para orientar e impulsionar o processo de regulamentação dos PRAs nos estados brasileiros. São Paulo : Agroicone, 2016
- LOBATO, M.. **Urupês**: (edição ilustrada) (Obras completas de Monteiro Lobato Livro 1) (p. 188). Z Edições. Edição do Kindle. 1919.
- MENDES Jr., L. O.; ANTONIAZZI, M.; VIEIRA, M.C. W. & SUSEMIBL, P. 1991 (coord.). **Relatório Mantiqueira**. FEDAPAM. São Paulo. 54p.
- RODRIGUES, E. 2013. **Ecologia da restauração**. Editora Planta: Londrina.
- RUGENDAS, J. M. **Guerrilhas**. [S.l.]: [s.n.], [1835]. 1 litografia, color. Disponível em: <https://www.brasilianaiconografica.art.br/obras/1077/guerrilhas>. Acesso em: 26 mar. 2022.
- RUGENDAS, Johann Moritz. **Derrubada de uma Floresta**. [imagem]. Disponível em: <https://www.museuafrobrasil.org.br/acervo/obra/derrubada-de-uma-floresta>. Acesso em: 26 mar. 2022.
- WATANABE, S. (coord.). **Glossário de Ecologia**. 2ª ed. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1997. 351 p.