

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

NATALI SOARES DE BRITO

**AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DE ÁREA EM PROCESSO DE
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA VIA TCRA EM RIBEIRÃO BRANCO-SP**

DOIS VIZINHOS

2023

NATALI SOARES DE BRITO

**AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DE ÁREA EM PROCESSO DE
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA VIA TCRA EM RIBEIRÃO BRANCO -SP**

**Evaluation and monitoring of area in the process of ecological restoration via
tcra in Ribeirão Branco -SP**

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

Orientador(a): Eleandro José Brun

DOIS VIZINHOS - PR

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.

NATALI SOARES DE BRITO

**AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DE ÁREA EM PROCESSO DE
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA VIA TCRA EM RIBEIRÃO BRANCO -SP**

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: 03 março de 2023

Eleandro José Brun

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

Daniela Aparecida Estevan Membro

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

Maria Antônia Michels de Souza

Doutorado

Técnica Bolsista Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

DOIS VIZINHOS -PR

2023

;

Dedico este trabalho à minha mãe Cátia e meu esposo Wesley por todo amor e companheirismo.

Ensinai aos vossos filhos o que ensinamos aos
nossos: Que a terra é a nossa mãe. Quando o
homem cospe sobre a terra, está cuspidando sobre
si mesmo. De uma coisa nós temos certeza: A
terra não pertence ao homem branco; O homem
branco é que pertence à terra. Todas as coisas
estão relacionadas como o sangue que une uma
família. Tudo está associado. O que fere a terra
fere também aos filhos da terra.

(Resposta do cacique Seattle ao Presidente dos
EUA, que propôs comprar as
terras indígenas em troca de uma reserva, em
concessão).

(Seattle, 1854)

RESUMO

A restauração ecológica se caracteriza em um desafio para o poder público, cientistas e sociedade envolvidos em reverter o processo de intervenções e degradações ao meio ambiente. A avaliação de áreas em processo de restauração ecológica via TCRA (Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental) depende de ações de monitoramento e de parâmetros que servem como ferramenta para promover as medidas compromissadas com o poder público. Diante disto, foram avaliadas áreas intituladas como gleba 1 e 2 da Fazenda de Ribeirão em Ribeirão Branco, SP que sofreram supressão de vegetação nativa no ano de 2018, sendo estas objeto de auto de infração ambiental. Assim, a proprietária firmou junto à Secretaria de meio ambiente do estado de São Paulo, o TCRA que propõe medidas de Plantio de Mudanças Nativas (PM) e a condução da regeneração natural (CRN) através de projeto apresentado no SARE (Sistema Informatizado de Apoio à Restauração Ecológica). O presente estudo utilizou os dados coletados em campo com o objetivo de avaliar as áreas e verificar se a adoção de medidas técnicas através do TCRA em promover a recuperação de áreas degradadas por meio de restauração ecológica estão sendo efetivas. A metodologia de avaliação foi baseada na tabulação e estatística de dados através de três indicadores de monitoramento: (I) cobertura do solo por indivíduos lenhosos regenerantes (%); (II) densidade de indivíduos lenhosos regenerantes (índ./ha); e (III) número de espécies nativas regenerantes conforme preconiza a Resolução SMA nº 32 de 2014 que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo. Com os resultados, foram avaliadas as medidas implementadas para recuperação ecológica em um período de 3 anos, onde no primeiro ano de projeto (2020) a área sofreu com uma perda de 40% de mudas nativas, houve substituição das mudas em 2021 e demais tratamentos silviculturais na área; e em 2022 foram levantados os dados e calculados os indicadores ecológicos. O Resultado encontrado para cobertura de solo por vegetação nativa foi de 72,2%, enquadrando no parâmetro mínimo. Quanto a densidade de indivíduos e número de espécies regenerantes encontradas estão no parâmetro como “adequada”, sendo então a avaliação final REGULAR-Mínimo. A alta mortalidade de mudas no início do projeto, causada pela má qualidade de mudas e erros operacionais foram prejudiciais aos dados de cobertura de solo após 3 anos, no entanto, o saldo tem sido positivo e as medidas compromissadas no TCRA vem sendo efetivas e podem ser melhoradas com futuras correções.

Palavras-chave: Áreas degradadas; indicadores ecológicos; plantio; Termo de compromisso de recuperação ambiental;

ABSTRACT

Ecological restoration is characterized as a challenge for public authorities, scientists and society involved in reversing the process of interventions and degradation of the environment. The evaluation of areas in the process of ecological restoration via the TCRA (Environmental Recovery Commitment Term) depends on monitoring actions and parameters that serve as a tool to promote the measures committed to the public power. In view of this, areas titled as glebe 1 and 2 of Fazenda de São Pedro in Ribeirão Branco, SP, which suffered suppression of native vegetation in the year 2018, were evaluated, which are the subject of an environmental infraction notice. Thus, the owner signed the TCRA with the secretary of infrastructure and environment of the state of São Paulo, which proposes measures for Planting Native Seedlings (PM) and conducting natural regeneration (CRN) through a project presented at SARE (Computerized Support System for Ecological Restoration). The present study used the data collected in the field with the objective of evaluating the areas and verifying if the adoption of technical measures through the TCRA in promoting the recovery of degraded areas through ecological restoration is being effective. The methodology was based on data tabulation and statistics through three monitoring indicators: (I) soil cover by regenerating woody individuals (%); (II) density of regenerating woody individuals (ind./ha); and (III) number of regenerating native species as recommended by RESOLUTION SMA No. 32, OF APRIL 03, 2014, which establishes guidelines, guidelines and criteria for ecological restoration in the State of São Paulo. The evaluation methodology was based on data tabulation and statistics through three monitoring indicators: (I) soil cover by regenerating woody individuals (%); (II) density of regenerating woody individuals (ind./ha); and (III) number of regenerating native species as recommended by SMA Resolution No. 32 of 2014, which establishes guidelines, guidelines and criteria for ecological restoration in the State of São Paulo. With the results, the measures implemented for ecological recovery were evaluated over a period of 3 years, where in the first year of the project (2020) the area suffered a loss of 40% of native seedlings, there was replacement of seedlings in 2021 and other treatments forestry in the area; and in 2022 data were collected and ecological indicators calculated. The result found for soil cover by native vegetation was 72.2%, fitting the minimum parameter. As for the density of individuals and number of regenerating species found, they are in the parameter as “adequate”, so the final evaluation is REGULAR-Minimum. The high mortality of seedlings at the beginning of the project, caused by the poor quality of seedlings and operational errors which harmed the land cover data after 3 years, the balance was positive and the measures committed in the TCRA have been effective and can be improved with future fixes.

Keywords: Degraded areas; ecological indicators; Environmental recovery commitment term; planting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Delimitação da Fazenda Ribeirão, Ribeirão Branco-SP.....	26
Figura 2-	Precipitação e temperaturas do Município de Ribeirão Branco/SP.....	27
Figura 3-	Vista das Glebas anterior à supressão de vegetação nativa.....	28
Figura 4-	Vista das Glebas posterior à supressão de vegetação nativa.....	29
Quadro1-	Lista de Espécies Florestais utilizadas para Restauração Ecológica na Fazenda Ribeirão, SP.....	30
Quadro2-	Atividades operacionais realizadas na Fazenda Ribeirão para Implantação de Projeto de Restauração Ecológica entre 2019 e 2020.....	34
Figura 5-	Valores intermediários de referência para monitoramento dos projetos de restauração ecológica, para cada tipo de vegetação.....	36
Figura 6-	Distribuição das parcelas para o monitoramento e Levantamento de Dados da área em processo de Restauração Ecológica.....	38
Figura 7-	Esquema exemplificativo da portaria da CBRN 01/2015 da avaliação do indicador “cobertura do solo com vegetação nativa” para Floresta Estacional Semidecidual.....	39
Figura 8-	Representação de parcela com 6 (seis) espécies nativas regenerantes.....	40
Figura 9-	Vista parcial gleba 1 com mortalidade de mudas nativas.....	41
Gráfico1-	Fatores das causas de mortalidade de mudas florestais da Gleba 1-Fazenda Ribeirão.....	42
Quadro3-	Fatores das causas de mortalidade das mudas na Gleba 1...	43
Figura10-	Muda florestal de pequeno porte morta.....	43
Figura11-	Muda plantada com a embalagem.....	43
Figura12-	Indivíduo com soterramento de colete.....	43
Figura13-	Muda com raiz enovelada.....	43
Figura14-	Vista parcial da área em processo de Restauração Ecológica após 14 meses de implantação.....	44
Figura15-	Vista das dimensões do berço feito pelo perfurador de solo e o tamanho da muda utilizada no novo plantio.....	46
Figura16-	Vista de área de monitoramento próximo a parcela 7.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCRA	Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental
AIA	Auto de infração ambiental
SP	São Paulo
SARE	Sistema de Apoio à Restauração Ecológica
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
APP	Áreas de Preservação Permanente
RL	Reserva Legal
HA	Hectare

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Recuperação de áreas degradadas.....	15
2.1.1	Legislação ambiental na recuperação de áreas degradadas no Brasil.....	16
2.1.2	Auto de Infração Ambiental.....	17
2.1.3	Termo de compromisso de recuperação ambiental-TCRA.....	18
2.2	Restauração Ecológica.....	20
2.2.1	Plantio de mudas nativas na recuperação ambiental.....	22
2.2.2	Qualidade de mudas nativas.....	23
2.2.3	Manutenção e controle de mato competição em área de restauração ecológica.....	24
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	26
3.1	Caracterização da Área de estudo.....	26
3.1.1	Solo e relevo.....	27
3.1.2	Clima e pluviosidade.....	27
3.2	Histórico do uso e ocupação do solo.....	28
3.3	Implantação do Projeto de Restauração Ecológica.....	29
3.3.1	Operações silviculturais.....	34
3.4	Avaliação por meio de Indicadores Ecológicos.....	35
3.4.1	Método de amostragem e parcelas.....	37
<u>3.4.1.1</u>	<u>Localização e dimensão das parcelas.....</u>	<u>37</u>
3.4.2	Cálculo e levantamento dos dados.....	38
3.4.3	Densidade de indivíduos nativos regenerantes	39
3.4.4	Número de espécies nativas regenerantes.....	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

As fitofisionomias de Mata Atlântica e Cerrado vem sendo substituídas desde o início da colonização europeia no Brasil, associadas aos ciclos econômicos desde a exploração do pau-brasil à industrialização e, recentemente, pela expansão das fronteiras agrícolas além da expansão urbana (SMA, 2011). No início do século XIX, o Estado de São Paulo apresentava uma cobertura florestal correspondente a 81,80% (20.450.000 ha) (VICTOR, 2005). Atualmente possui apenas 22,9% ou 5.670.532 hectares de vegetação nativa em vários estágios de recomposição (SÃO PAULO, 2020), resultando em cada vez mais ambientes florestais fragmentados. Se, por um lado houve esta fragmentação florestal, pelo outro, visando conter os danos ambientais e a recomposição de áreas legalmente protegidas, a legislação ambiental, na esfera federal, instituiu mecanismos legais de controle como o Auto de Infração Ambiental (AIA). O AIA é um procedimento administrativo destinado à apuração e correção de toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso dos recursos naturais.

O ano de 2005 foi marcante para restauração e recuperação de ambientes degradados no Estado de São Paulo devido à Resolução SMA 37 (SMA, 2005), que regulamentou as Sanções Administrativas preconizando a exigência da recomposição da área do dano. Anteriormente não era exigida pelo Estado a reparação ou recuperação do dano. Neste contexto legal, o proprietário de áreas rurais ou lotes urbanos, antes de fazer a supressão de vegetação nativa ou intervenção em recursos naturais deverá pedir autorização do órgão responsável competente. Portanto, quem faz supressão de vegetação sem autorização, recebe um auto de infração com penalidades. Diante disto, se faz necessário seguir os regulamentos legais e recuperar a área impactada pelo crime ambiental, através do TCRA (TERMO DE COMPROMISSO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL). O TCRA propõe medidas de como deve ser essa recuperação que, em grande parte, é feita através de plantio de mudas em área total.

O plantio de mudas de espécies nativas, quando feito de forma adequada, apesar de ser uma forma mais onerosa de restauração de áreas degradadas, aumenta

as chances de sucesso do desenvolvimento das plântulas e diminui a perda das sementes.

Neste contexto, para verificar se as medidas propostas no TCRA estão sendo cumpridas conforme preconiza a RESOLUÇÃO SMA Nº 32 que define parâmetros para monitoramento das áreas em restauração ecológica no Estado de São Paulo (SÃO PAULO,2014), este trabalho tem por objetivo avaliar uma área em processo de restauração ecológica via TCRA em Ribeirão Branco -SP por meio de indicadores ecológicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Recuperação de áreas degradadas

A degradação de ambientes pode ser definida como resultado das atividades antrópicas pela alteração negativa ao meio ambiente, causando desequilíbrios no sistema de forma parcial ou total (WATANABE, 2011).

Segundo CARPENEZZI *et al.* (1990), uma área degradada é aquela que passou por distúrbios e, após a vegetação suprimida, elimina-se também os seus meios de regeneração bióticos, como o banco de sementes, banco de plântulas (mudas), chuva de sementes e rebrota, tornando-se um ambiente de baixa resiliência, isto é, seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento, sendo a ação antrópica necessária. Para o IBAMA (2011), é uma área que não consegue mais retornar por uma trajetória natural ao seu estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado.

Quanto ao termo “recuperação”, trata-se de uma condição silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (IBAMA, 2011). O termo recuperação é muito genérico, sendo utilizado em diferentes legislações, inclusive na constituição do Brasil de 1988.

No Estado de São Paulo, estudos sobre recuperação das áreas degradadas constituem-se em um dos desafios estabelecidos nos principais programas de políticas públicas da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo - SMA (BARBOSA *et al.*, 2003). Rodrigues e Gandolfi (2004) consideram que os programas de recuperação de áreas degradadas deixaram de ser mera aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes. De acordo com estes autores, as tentativas limitadas de remediar um dano que, na maioria das vezes poderia ter sido evitado, fazem parte do passado e, atualmente, a restauração deve assumir a complicada tarefa da restituição dos processos ecológicos de forma a garantir a perpetuação e autossustentabilidade da floresta ao longo do tempo.

2.1.1 Legislação ambiental na recuperação de áreas degradadas no Brasil

A recuperação de áreas degradadas no país teve início em sua maior parte na década de 1980, principalmente no reflorestamento de matas ciliares (MELO; DURIGAN, 2007) no intuito de proteger os recursos hídricos, sendo o objetivo recuperar a fisionomia florestal.

Na década de 80 a restauração de áreas degradadas ainda era uma prática incipiente no país, e muitos projetos utilizavam espécies exóticas ou cultivares para a recomposição florestal. O Congresso de Espécies Nativas em 1982 foi um marco para a mudança desse paradigma, pois enfatizou a importância da utilização de espécies nativas na restauração ecológica.

Cabe ressaltar espécies nativas são aquelas que evoluíram e se desenvolveram naturalmente em determinada região, apresentando adaptações fisiológicas e ecológicas específicas. Também são importantes por conta da dispersão de fauna e flora, e para o fornecimento de serviços ecossistêmicos como a regulação do clima, a conservação do solo e a polinização.

A partir daí, ocorreu uma tendência de os projetos de restauração priorizarem as espécies nativas, e utilização de padrões espaciais de distribuição de espécies. Este procedimento é totalmente diferente do ocorrido nos primeiros plantios mistos conhecidos no Brasil império, efetuados na Floresta da Tijuca, Itatiaia e Cosmópolis, fundamentado no uso de espécies exóticas sem arranjo espacial.

A Lei Federal n.º 4.771/65 (Código Florestal) (BRASIL, 2012) previa a proteção das florestas, principalmente das Áreas de Preservação Permanente (APP), consideradas frágeis, como as margens de cursos d'água e topos de morro. Em 2012 esse código foi revogado pela lei 12.651, havendo mudanças na delimitação dessas áreas e principalmente nos termos de recomposição das Áreas de Preservação Permanente - APP. Outra alteração também foi a permissão da utilização de espécies exóticas na recomposição de Áreas de Preservação Permanente de pequenas propriedades e Reserva Legal (BRASIL, 2012). Embora as Reservas Legais sejam passíveis de aproveitamento econômico, em função da falta de padronização dos procedimentos, entre estados e municípios, para a sua regularização, e devido à própria resistência dos proprietários na demarcação, não se tem ainda aproveitado

esse importante potencial econômico para a produção de madeiras nativas que se alia à simultânea manutenção da biodiversidade.

As orientações técnicas detalhadas para projetos de restauração, no Estado de São Paulo, iniciaram-se em 2001 onde o regramento ocorreu a partir da edição da Resolução n.º 21, da Secretaria do Meio Ambiente (Resolução SMA n.º 21, de 21/11/2001). Em 2001, a maioria das áreas de recuperação utilizava no máximo 30 espécies, quase sempre as mesmas. E os viveiros concentravam a produção em poucos tipos de espécies arbóreas. Atualmente, há no estado 207 viveiros cadastrados responsáveis pela produção anual de cerca de 40 milhões de mudas de 800 espécies arbóreas (PIERRO, 2015).

Ainda, segundo Barbosa (2000), os limites das técnicas utilizadas para a recuperação ambiental e do próprio ambiente a ser recuperado, a validade de determinadas medidas compensatórias ou mitigadoras, em muitos casos exigidas por órgãos oficiais, e também as lacunas do conhecimento ainda existentes sobre o tema, têm levado a SMA a estimular a produção e divulgação de conhecimentos de forma sistematizada, visando promover a proteção de sistemas hídricos, a conservação e recuperação da diversidade biológica e, conseqüentemente, de áreas degradadas.

Atualmente, pressionadas pela legislação ambiental, a recuperação de áreas degradadas vem se consolidando como uma importante estratégia de adequação ambiental principalmente as propriedades rurais, empresas mineradoras, e de programas municipais (KAGEYAMA; GANDARRA, 2000).

2.1.2 Auto de infração ambiental

As áreas degradadas, quando constatadas, são geralmente objetos de Autos de Infração Ambiental – AIA. O AIA é o documento que abre o processo administrativo destinado à apuração da existência, ou não, da infração ambiental. As infrações ambientais são apuradas mediante processo administrativo específico, no qual é assegurado ao acusado o Direito Constitucional da Ampla Defesa e do Contraditório. Portanto, deve, obrigatoriamente, ser formal e preencher requisitos previstos na norma ambiental aplicável. Sob o enfoque da legalidade (art. 37, caput, da CF/1988), não se pode deixar de reconhecer que a atuação da Administração Pública, ao lavrar

Auto de Infração Ambiental - AIA e aplicar a penalidade de multa, está pautada no devido processo legal (CARIBÉ, 2014).

O meio ambiente é direito fundamental da pessoa humana, essencial à sadia qualidade de vida, conforme Carta Magna de 1988 art. 225. Desta forma, o Poder de Polícia Ambiental encontra-se amparado por esta, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, segundo estabelece o § 3º do art.

“As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas e jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos”. (BRASIL, 1988, p.151).

As penalidades administrativas impostas em função de infrações ambientais têm por finalidade frear as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, dado que a consagração do direito previsto no caput do art. 225 da CF/1988 trouxe para o Poder Público a exigência de uma ação estatal eficiente no âmbito ambiental.

2.1.3 Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental-TCRA

A restauração de áreas degradadas no Estado de São Paulo é disciplinada por legislação específica e pode resultar de medidas legais impostas para compensar danos no ato do processo administrativo de infrações ambientais ou licenciamento ambiental através do Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental – TCRA.

O Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental – TCRA é um documento oficial, firmado entre o infrator e a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, para formalizar medidas a serem executadas visando à recuperação ambiental e/ou recomposição da vegetação nativa, bem como o estabelecimento de prazos para que tais medidas se concretizem. Para elaboração do termo, as áreas objeto da recuperação devem ser demarcadas em planta, deve ser calculado o valor da recuperação ambiental para fins de execução, em caso de descumprimento e ainda conter a Anotação de Responsabilidade Técnica do responsável técnico pelo projeto, quando este for necessário.

O TCRA tem força de título executivo extrajudicial, podendo o acordo ser diretamente executado pelo Estado, sem a necessidade de ação de conhecimento

para declarar a obrigação de realizá-lo (SÃO PAULO, 2006). As regras que fixam a responsabilidade do infrator apresentam, de um lado, um sentido preventivo, voltado a desestimular as práticas nocivas e evitar a degradação dos recursos ambientais e, de outro, um caráter restitutivo, que persegue a reparação do meio ambiente lesado.

As ações a serem realizadas para a recuperação das áreas degradadas objetos dos Autos de Infração Ambiental atualmente segue a Resolução SMA e atualmente encontra-se vigente a Resolução SMA 32/2014, que estabelece as diretrizes e as orientações para a elaboração, execução e monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica (SÃO PAULO, 2014), priorizam as seguintes áreas art.5º:

I - relevantes para a conservação de recursos hídricos, em especial aquelas no entorno de nascentes e olhos d'água, perenes ou intermitentes; II - com elevado potencial de erosão dos solos e acentuada declividade do terreno; III - que promovam o aumento da conectividade da paisagem regional; IV - que ampliem ou melhorem a forma de fragmentos de vegetação nativa; V - localizadas em Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos-UGRHi com baixa cobertura vegetal nativa; VI - localizadas em zonas de recarga hídrica; VII - localizadas em Unidades de Conservação e zonas de amortecimento; VIII – consideradas relevantes para fins de restauração ecológica em Zoneamento Ecológico-Econômico. (SÃO PAULO, 2014, p.4).

Após a emissão do TCRA é precedida da avaliação de um projeto técnico que é submetido aos órgãos competentes e deve conter, minimamente, o diagnóstico da área a ser recuperada, a metodologia de recuperação que será utilizada, o cronograma de execução do projeto e a previsão de monitoramento da área a ser recuperada, por pelo menos, 24 meses. Os técnicos do órgão ambiental, responsáveis pela avaliação desses projetos, defrontam-se com diversas dificuldades, destacando-se dentre outras, o padrão técnico dos projetos apresentados, os quais, em sua maioria, não consideram as especificidades das áreas a serem recuperadas.

A grande maioria dos projetos apresentados ao órgão ambiental são baseados em propostas de plantio de mudas nativas em área total, utilizando espaçamento entre plantas de 3 m x 2 m e densidade de 1667 mudas/ha. Neste cenário, não são consideradas as especificidades do local objeto de recuperação, tais como, o tipo de solo, presença de áreas úmidas ou brejosas, a presença de fragmentos de vegetação nativa, a proximidade de fragmentos florestais, existência de bancos de sementes, dentre outras. Desta forma, os TCRA assumem uma

conotação meramente numérica, nos quais o compromisso assumido pelo empreendedor não é a recuperação da área, mas sim, a obrigação de realizar um padrão de plantio de mudas de baixa diversidade.

2.2 Restauração Ecológica

Há uma tendência mundial pelo uso do termo restauração, embora os termos “restauração e recuperação” possam causar confusão na sua definição, com o desenvolvimento da ciência da Ecologia da Restauração, o termo “restauração” passou a ser mais claramente definido e utilizado no mundo nos últimos anos (ENGEL; PARROTA, 2003).

A Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, define os termos, no artigo 2º, como restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original” (BRASIL, 2000). Há profissionais na área que consideram que o referido termo significa o retorno exatamente ao estado original do ecossistema, entretanto este objetivo seria dificilmente atingível. E outros profissionais do meio consideram pouco provável o retorno às condições originais. Entretanto, o objetivo da restauração é restaurar a integridade ecológica do ecossistema, sua biodiversidade e estabilidade a longo prazo, enfatizando e promovendo a capacidade natural de mudança ao longo do tempo do ecossistema (PIERRO, 2015).

Sabe-se que existem diversas metodologias para (alcançar a restauração ecológica, quanto aos projetos de restauração ecológica no Estado de São Paulo a Resolução SMA Nº 32 DE 03/04/2014 (SÃO PAULO,2014) fixa no seu art. 11 a metodologia que deverá ser utilizada:

“I - Condução da regeneração natural de espécies nativas; II - plantio de espécies nativas; III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas; IV – plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional.

A metodologia de restauração ecológica deve ser compatível com o diagnóstico ambiental da área, levando-se em conta as restrições legais incidentes sobre a área.

§ 2º Para todos os métodos, os indivíduos provenientes de regeneração de espécies nativas que forem constatados na área deverão ser conduzidos visando ao seu estabelecimento e desenvolvimento.

§ 3º O restaurador somente poderá optar pelo método a que se refere o inciso

I quando constatar que há potencial efetivo de regeneração natural na área. § 4º Para os métodos a que se referem os incisos II e III, poderá ser realizado o cultivo intercalar temporário de espécies exóticas sem potencial de invasão herbáceas ou arbustivas, tais como culturas agrícolas anuais ou espécies de adubação verde, como estratégia de manutenção da área a fim de auxiliar o controle de gramíneas com potencial de invasão e favorecer o estabelecimento da vegetação nativa.” (SÃO PAULO,2014, p.7).

A metodologia de plantio em área total é comumente mais utilizada no Estado de São Paulo, onde são realizadas combinações de espécies com características de crescimento diferentes. Essa prática compõe unidades sucessionais que resultam em gradual substituição de espécies dos diferentes grupos ecológicos no tempo, caracterizando o processo de sucessão. Para facilitar essa combinação das espécies com diferentes comportamentos ecológicos (pioneiras, secundárias e/ou climáticas) Com esses dois grupos ecológicos estabelecidos, a distribuição das plantas dentro das linhas de plantio é sempre alternada entre uma muda de recobrimento e uma muda de diversidade.

De acordo com Guerra e Joly (2010) e Kageyama *et al.*(2001), a condução da regeneração natural é feita por meio do coroamento e limpeza periódica no entorno dos indivíduos regenerantes (plântulas e indivíduos jovens), ou pelo controle das gramíneas e das espécies arbóreas exóticas invasoras presentes por toda a área. Outra ação recomendável que tem resultado na melhoria do desenvolvimento da regeneração natural diz respeito à fertilização dos regenerantes, para propiciar melhor desenvolvimento dos indivíduos arbóreos e cobertura da área em menor tempo (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Além das metodologias fixadas na SMA 32/14 o foco da legislação passou a ser os resultados obtidos (recomposição). Para verificar o cumprimento adequado dos compromissos firmados de restauração, considera principalmente os fins (recomposição da floresta) e não mais os meios.

Com o objetivo de atestar a recomposição das áreas compromissadas para uma condição não degradada a avaliação é realizada através de três indicadores ecológicos: I - cobertura do solo com vegetação nativa, em porcentagem; II - densidade de indivíduos nativos regenerantes, em indivíduos por hectare; III - número de espécies nativas regenerantes (SÃO PAULO,2014). Cada um destes estados define ainda, associado aos métodos (por exemplo, o Protocolo de Monitoramento do IBRAM), os valores de referência para cada um dos indicadores que variam

dependendo do tipo de vegetação, do tempo de restauração e das exigências legais (SILVA *et al.*, 2021).

Essa complexidade dos indicadores utilizados na avaliação de comunidades em processo de restauração decorre da sua capacidade de englobar uma ampla gama de atributos biológicos e ambientais combinando informações relevantes sobre a estrutura, como a diversidade e a riqueza de espécies, e a autossustentabilidade, como o recrutamento e a regeneração natural das comunidades em restauração.

2.2.1 Plantio de mudas nativas na recuperação ambiental

O Plantio de mudas nativas em área total é a técnica que implica o maior e mais custoso grau de intervenção. O plantio total só deve ser adotado quando a vegetação nativa estiver muito degradada e existir a necessidade da introdução de mudas de espécies arbóreas (ATTANASIO, 2008).

Uma técnica interessante para suprir eventuais falhas da regeneração natural ou para o plantio em áreas de borda de fragmentos e grandes clareiras em estágio inicial de sucessão é o plantio de adensamento que visa controlar a expansão de espécies invasoras e nativas em desequilíbrio, e favorece o desenvolvimento das espécies finais por meio do sombreamento (RODRIGUES, 2009).

Segundo Faria *et al.* (1997), o plantio de espécies arbóreas e o acompanhamento do seu desenvolvimento através de medições periódicas são, portanto, importantes no sentido de balizar a escolha de espécies e a forma mais adequada de plantá-las.

Deve-se atentar também, para outros fatores que afetam as mudas florestais e o desempenho do plantio é a procedência e potencialidade genética da semente (FERRAZ; ENGEL, 2011), que podem comprometer a fitossanidade. Mudas saudáveis e vigorosas terão melhor resistência às adversidades do campo, diminuindo a necessidade de tratamentos culturais e desenvolvendo-se de maneira satisfatória (NOVAES *et al.*, 2002).

2.2.2 Qualidade de mudas nativas

A "qualidade de muda" tem sido considerada um fator crucial para o sucesso do plantio no campo (FONSECA, 2002). A qualidade de uma muda é influenciada pela espécie escolhida e pelos tratamentos culturais que a muda recebe, os quais podem proporcionar melhores condições de adaptação e sobrevivência no campo (CARNEIRO, 1981). A avaliação da qualidade das mudas é baseada em aspectos morfológicos e fisiológicos (GOMES *et al.*, 2002). Segundo Mula (2011), os parâmetros morfológicos têm sido os mais utilizados na determinação da qualidade de mudas. É importante ressaltar que vários estudos têm demonstrado a importância desses critérios para o desempenho das mudas após o plantio (FONSECA, 2002).

Dentre os atributos verificados para avaliar a qualidade de mudas florestais, Gomes *et al.* (2002) citam os seguintes parâmetros morfológicos: altura, diâmetro do colo, biomassa seca total, biomassa da parte aérea, biomassa da raiz, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca da raiz, e a relação altura da parte aérea e diâmetro do colo. Para Silva *et al.* (2016), existem diversos parâmetros que podem ser utilizados para avaliar a qualidade das mudas, sendo que alguns são mais comumente utilizados na prática. Entre os principais parâmetros que indicam baixa qualidade das mudas florestais, pode-se citar as raízes enoveladas, o tamanho insuficiente, as folhas amareladas ou murchas, o sistema radicular pouco desenvolvido e a haste ou tronco torto.

É importante controlar a qualidade das mudas no viveiro, antes da expedição para garantir que as mudas estejam aptas a irem para o campo e melhorar a homogeneidade e produtividade das florestas (GOMES *et al.*, 2002). O uso de mudas de baixa qualidade pode resultar em maior mortalidade e/ou necessidade de irrigação, o que afeta diretamente os custos de formação e a produtividade das florestas (MOREIRA *et al.*, 2016).

Leite *et al.* (2005), consideraram que em um projeto de reflorestamento, a qualidade das mudas é muito importante, por estar relacionada diretamente com a qualidade do povoamento e, conseqüentemente, do resultado. Por se tratar de investimentos de longo prazo, o rigor torna-se maior, justificando o dispêndio com o controle contínuo da qualidade.

2.2.3 Manutenção e controle de mato competição em área de restauração ecológica

O sucesso do Projeto de Restauração depende da sobrevivência das mudas florestais e de manejo inicial da área para que isso ocorra, sobretudo quanto à mato competição com espécies exóticas como as gramíneas. Onde existem espécies invasoras, que dificultam o estabelecimento e desenvolvimento de plantas nativas, o potencial de regeneração natural é menor necessitando de maiores intervenções para o controle das plantas invasoras (SILVA et al, 2021). Nesse sentido, quando a área é grande, a utilização de herbicidas no controle populacional de gramíneas exóticas figura como alternativa interessante, por ser um método rápido, eficiente e econômico (BARBOSA *et al.*, 2018).

Atualmente a aplicação de herbicidas sistêmicos e de baixa toxicidade é uma prática bastante difundida na restauração ecológica, porém essa prática tem sido debatida devido à potencial chegada dos herbicidas aos recursos hídricos, quando a restauração é realizada em área ciliar, ao fato de trazerem possíveis prejuízos à fauna edáfica, aos polinizadores e às plantas não alvo (devido a exsudação do glifosato pelas raízes das plantas alvo para o solo, permitindo que ele seja absorvido pelas plantas não alvo e pela deriva do produto no momento da aplicação atingindo o solo e as plantas não alvo (TUFFI, 2005).

De acordo com alguns estudos, o uso de herbicidas pode afetar a diversidade e a abundância de plantas, além de reduzir a atividade microbiana do solo e alterar a composição de espécies da comunidade vegetal. Além disso, o glifosato pode ter efeitos tóxicos sobre a fauna local, como insetos, aves e anfíbios, que dependem diretamente da vegetação para sua sobrevivência. Por outro lado, há argumentos de que o uso de herbicidas pode ser benéfico em alguns contextos de restauração florestal, especialmente quando se trata de controlar espécies invasoras e facilitar o estabelecimento de espécies nativas. No entanto, é importante lembrar que cada situação é única e que o uso de quaisquer produtos químicos deve ser avaliado cuidadosamente em relação aos seus efeitos negativos e positivos.

Segundo Weller (2000), quando se faz aplicação de herbicidas com o uso de dose excessiva para o tipo de solo ou em condições climáticas adversas, sobreposição da barra de pulverização, pulverização com presença de ventos fortes, bicos inadequados, mal regulados, vazamentos de bicos e tanques de pulverização,

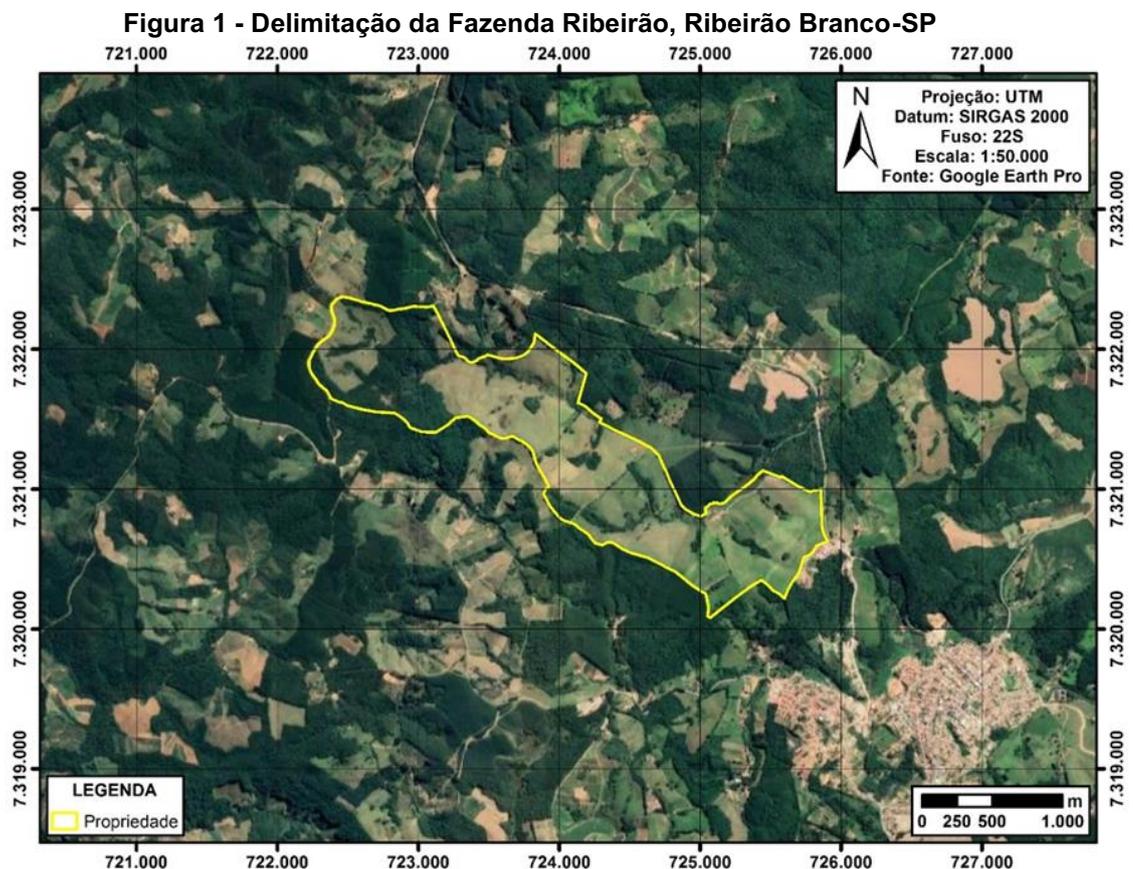
potencializa os fatores responsáveis pela fitotoxidez dos herbicidas. A fitotoxidez de herbicidas é um dano visual apresentado pela planta após contato com o agrotóxico, resultado de uma interação complexa entre o herbicida, a planta e as condições ambientais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da Área de estudo

A referida área de estudo é a Fazenda Ribeirão, e está localizada nas coordenadas 24°12'47.04"S e 48°47'2.35"O no Bairro Lageadinho, situado em uma matriz agrícola, no município de Ribeirão Branco/SP, inserido no Bioma Mata Atlântica na região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista.

A Fazenda Ribeirão possui uma área total de 261,82 hectares composta por florestas em estágios mais avançado e áreas extensas agriculturáveis, conforme figura 1, que delimita a área da Fazenda no município de Ribeirão Branco-SP. A principal atividade é a agrícola com a produção de soja, feijão e tomate.



Fonte: autoria própria, 2021

3.1.1 Solo e relevo

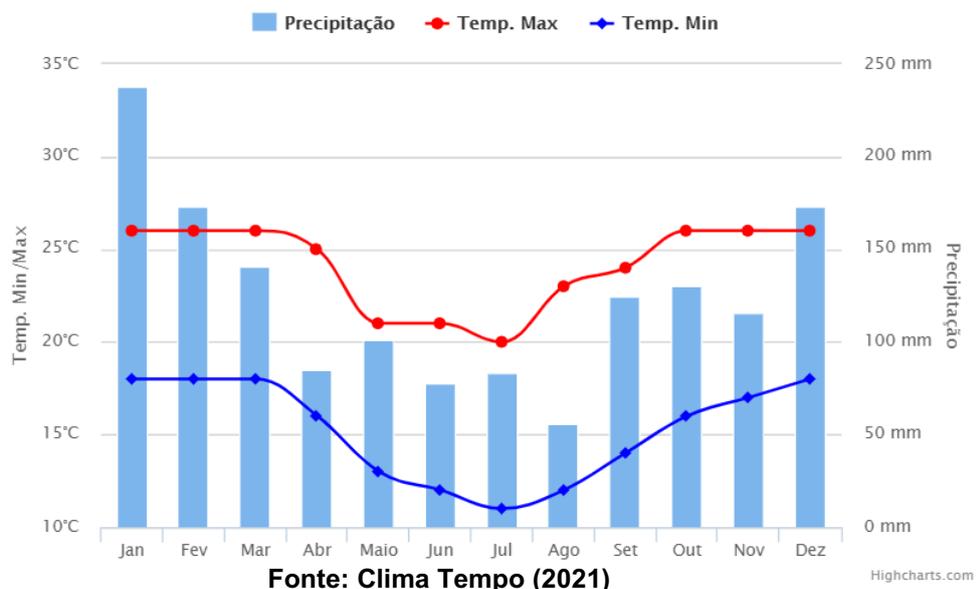
O município de Ribeirão Branco, SP situa-se a 875 metros de altitude média entre 800 metros até 1250 metros, possuindo um relevo acidentado e montanhoso. As rochas são ígneas (granito) e metamórficas (quartzito, gnaisse) (IBGE,2015).

Os solos da Fazenda Ribeirão são do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, DATAGEO (2021) (Sistema Ambiental Paulista). Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade (Almeida *et al.*, 2020).

3.1.2 Clima e pluviosidade

No município de Ribeirão Branco-SP, o clima é subtropical com verão longo, morno, úmido e de céu quase encoberto; o inverno é curto, ameno e de céu parcialmente encoberto. Durante o ano inteiro, o tempo é com precipitação. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 11 °C a 27 °C e raramente é inferior a 7 °C ou superior a 31 °C (INMET, 2021), conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Precipitação e temperaturas do Município de Ribeirão Branco/SP



Segundo a Defesa Civil do Estado de São Paulo (2021), Ribeirão Branco/SP, tem altas incidências de ventos, e os ventos fortes podem ocorrer em diversas épocas do ano, mas são mais comuns durante a primavera e o verão, quando a região pode ser afetada por frentes frias e tempestades.

3.2 Histórico do uso e ocupação do solo

A Fazenda objeto de estudo foi autuada pela Polícia Ambiental no ano de 2019, devido a ocorrência de supressão de vegetação nativa em estágio médio de regeneração, como pode ser observado os comparativos da figura 3 e 4, , ambos fora de APP – Área de Preservação Permanente. A supressão de vegetação ocorreu no ano de 2014 a 2015, totalizando uma degradação de 4,046 ha da área total.

Figura 3 - Vista das Glebas anterior à supressão de vegetação nativa



Fonte: Google Earth (2010)

Figura 4 - Vista das Glebas posterior à supressão de vegetação nativa



Fonte: Google Earth (2021)

Após a atuação foi assinado o TCRA no qual proprietário do imóvel deveria realizar a recuperação por Restauração Ecológica no próprio local da infração ambiental, neste caso as áreas indicadas nos AIA's que perfazem uma área total de 4,3 ha de recuperação ambiental. As áreas foram denominadas como gleba 1 e 2.

3.3 Implantação do Projeto de Restauração Ecológica

O Projeto de Restauração foi implantado entre os dias 14 e 28 de janeiro de 2020, nas glebas 01 e 02, onde foi realizado o plantio de 7.000 mil mudas em área total de 4,3 hectares, as espécies utilizadas estão listadas no Quadro 1..

Foi verificado que as áreas das Glebas 1 e 2 estavam sendo utilizadas como pasto com alta densidade de braquiária e capim elefante (de grande porte e volume). Dessa forma, após o diagnóstico que a área não possuía potencial de regeneração, optou-se pela técnica de restauração ativa, por meio do plantio de mudas florestais nativas da Mata Atlântica em espaçamento 3 m (entre linhas) × 2 m (entre plantas).

A altura média das mudas era de 10 cm, 20 cm, e 40 cm, mudas acondicionadas em sacos de polietileno e tubetes de polietileno.

Quadro 1- Lista de Espécies Florestais utilizadas para Restauração Ecológica na Fazenda Ribeirão, SP

Nome popular	Espécie	Família	Dispersão	Grupo ecológico
Pau cigarra*	<i>Senna multijuga</i>	Fabaceae	autocórica	Pioneira
Aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	zoocórica	Pioneira
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Fabaceae	autocórica	Pioneira
Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	Euphorbiaceae	autocórica	Pioneira
Aroeira-branca	<i>Lithrea molleoides</i>	Anacardiaceae	zoocórica.	Pioneira
Capororoca Branca	<i>Rapanea ferruginea</i>	Myrsinaceae	zoocórica	Pioneira
Pau viola	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Verbenaceae	zoocórica	Pioneira
Chal -chal	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae	autocórica	Secundária Inicial
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	autocórica zoocórica	Pioneira
Pau-pólvora	<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	autocórica zoocórica	Pioneira
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae	Autocórica	Secundária Inicial
Tamanqueira	<i>Aegiphila integrifolia</i>	Lamiaceae	zoocórica	Pioneira
Manduirana	<i>Senna macranthera</i>	Fabaceae	autocórica zoocórica	Secundária Inicial
Maricá	<i>Mimosa bimucronata</i>	Fabaceae	autocórica	Pioneira

Fonte autoria própria, 2021

* Espécies que possuem rápido crescimento e boa cobertura de copa, quando comparadas às espécies de diversidade, proporcionando o rápido fechamento da área plantada.

(continuação)

Nome popular	Espécie	Família	Dispersão	Grupo ecológico
Agulheiro	<i>Seguiera langsdorffii</i>	Phytolaccaceae	anemocórica	Pioneira
Mutambo*	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamarck	Malvaceae	zoocórica	Pioneira
Timboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	autocórica zoocórica	Pioneira
Ingá-graúdo	<i>Inga sessilis</i>	Fabaceae	zoocórica	Secundária Inicial
Mulungu	<i>Erythrina crista</i>	Fabaceae	autocórica.	Pioneira
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahybae</i>	Fabaceae	autocórica	Pioneira
Tapiá	<i>Alchornea glandulosa</i>	Euphorbiaceae	zoocórica	Pioneira
Embaúba - prateada	<i>Cecropia hololeuca</i>	Urticaceae	zoocórica	Pioneira
Pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Fabaceae	autocórica	Secundária Inicial
Pau-jangada*	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Malvaceae	anemocórica	Secundária Inicial
Açoita-cavalo miúdo	<i>Luehea divaricata</i>	Malvaceae	anemocórica	Secundária Inicial
Fumo-bravo*	<i>Solanum mauritianum</i>	Solanaceae		Pioneira
Guaruaia	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Fabaceae	autocórica zoocórica	Secundária Inicial
Bico-de-pato	<i>Machaerium nyctitans</i>	Fabaceae	anemocórica	Secundária Inicial
Araticum	<i>Annona cacans</i>	Annonaceae	zoocórica	Secundária Tardia

(continuação)

Nome popular	Espécie	Família	Dispersão	Grupo ecológico
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert) O. Kuntze	Araucariaceae	autocórica	Secundária Tardia
Falso barbatimão	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Fabaceae	autocórica zoocórica	Secundária Inicial
Ipê amarelo miúdo	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standley.	Bignoniaceae	anemocórica	Secundária Tardia
Ipê roxo	<i>heptaphylla</i>	Bignoniaceae	anemocórica	Secundária Tardia
Ipê branco	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Bignoniaceae	anemocórica	Secundária Tardia
Tarumã	<i>Vitex megapotamica.</i>	Lamiaceae	zoocórica	Secundária Tardia
Cereja do mato	<i>Eugenia involucrata</i>	Myrtaceae	zoocórica	Secundária Tardia
Coração-de-bugre	<i>Prunus myrtifolia</i>	Rosaceae	zoocórica	Secundária Tardia
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i>	Lythraceae	autocórica	Secundária Inicial
Ingá banana	<i>Inga vera</i>	Fabaceae	zocórica	Secundária Inicial
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	autocórica zoocórica	Clímax
Jequitibá	<i>Cariniana legalis</i>	Lecythidaceae	autocórica	Clímax
Paineira-rosa	<i>Chorisia speciosa</i>	Malvaceae	anemocórica	Secundária Inicial
Cedro-rosa	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	autocórica zoocórica	Clímax

(continuação)

Nome popular	Espécie	Família	Dispersão	Grupo ecológico
Pau formiga	<i>Triplaris americana L.</i>	Polygonaceae	autocórica	Secundária Inicial
Aroeira verdadeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Fabaceae	anemocórica	Clímax
Gabioba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Myrtaceae	zoocórica	Secundária Tardia
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	Myrtaceae	Zoocórica	Secundária Inicial
Pau-marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Rutaceae	anemocórica	Secundária Tardia
Fruto de Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Fabaceae	autocórica	Pioneira
Sabão soldado	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	zoocórica	Secundária Inicial
Canela-amarela	<i>Nectandra grandiflora</i>	Lauraceae	zoocórica	Secundária Tardia ou Clímax
Canela-parda	<i>Ocotea catharinensis Mez</i>	Lauraceae	zoocórica	Clímax
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Arecaceae	zoocórica	Secundária Inicial
Pente-de-macaco	<i>Apeiba tibourbou Aubl.</i>	Malvaceae	anemocórica	Pioneira
Leiteiro	<i>Pouteria torta</i>	Sapotaceae	zoocórica	Secundária Tardia
Branquinho	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	autocórica	Pioneira Inicial

3.3.1 Operações silviculturais

As operações silviculturais foram divididas em implantação do projeto e manutenções pós-plantio. As implantações contemplaram as roçadas pré-plantio semimecanizadas, aplicação de herbicida com pulverizador acoplado em trator, coroamentos em um raio de 60 cm ao redor das mudas, pré-plantios com enxadas manuais, coveamentos com plantadeiras cavadeiras manuais, adubações de base e os plantios, conforme Quadro 2, seguinte.

Quadro 2 - Atividades operacionais realizadas na Fazenda Ribeirão para Implantação de Projeto de Restauração Ecológica entre 2019 a 2020

Atividades Operacionais	Ano 2019	Ano 2020					
	Meses	Meses					
	Nov Dez	Jan Fev	Mar Abr	Mai jun	Ago Set	Out Nov	Dez
Preparação da área com subsolador Gleba 1	X						
Roçada pré-plantio	X						
Plantio de 6.835 mudas nativas (3x2) em uma única etapa -Gleba1	X						
Plantio de 165 em fila única -Gleba 2	X						
Controle de formigas	X		X				
Controle de exótica com herbicida (uso de glifosato)		X	X		X		X
Replantio		X					
Coroamento Gleba 1 e 2			X			X	
Diagnóstico de mortalidade de mudas				X			

Fonte: autoria própria, 2021

Em junho de 2020 a Gleba 1 sofreu alta mortalidade de mudas com aproximadamente 40% de perda, a empresa contratada que realizou o projeto de restauração ecológica e implantou alegou que a mortalidade se deu pelo estresse hídrico e altas temperaturas.

Diante disto, a proprietária do imóvel acionou outro técnico para avaliar a evolução da implantação do projeto para cumprimento do TCRA e as medidas

corretivas necessárias. Foi então realizada uma avaliação em campo para constatar as causas da mortalidade e o levantamento dos fatores associados a esta mortalidade.

Para atestar o cumprimento de TCRA, a área precisava passar por um monitoramento em 2022 e a avaliação consistia em contabilizar através de 3 indicadores ecológicos o andamento da restauração ecológica.

3.4 Avaliação por meio de Indicadores Ecológicos

A avaliação da área por meio de indicadores ecológicos foi realizada conforme preconiza a Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014 que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas, conforme o artigo 15 e 16:

A manutenção contempla as ações de restauração ecológica após implantação deverá ocorrer até que se comprove o restabelecimento da condição não degradada do ecossistema - O restaurador deverá monitorar periodicamente as áreas em restauração, até que a recomposição tenha sido atingida, por meio dos seguintes indicadores ecológicos: I - cobertura do solo com vegetação nativa, em porcentagem; II - densidade de indivíduos nativos regenerantes, em indivíduos por hectare; III - número de espécies nativas regenerantes. § 1º - A partir do início da implantação, o restaurador deverá informar no Sistema, nos prazos de **3 (três), 5 (cinco), 10 (dez), 15 (quinze) e 20 (vinte) anos**, ou até que a recomposição tenha sido atingida, desde que em prazo inferior, os valores encontrados a partir dos dados obtidos em campo para os indicadores ecológicos descritos nos incisos I, II e III do caput deste artigo, conforme cada tipo de vegetação (SÃO PAULO, 2014).

A área objeto de estudo deve obrigatoriamente passar por monitoramento em um período de 3 (três) anos, contados do cadastro no SARE conforme legislação estadual: Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014. Os valores de referência para monitoramento para Floresta Ombrófila Mista se apresentam na figura 5 abaixo. Como o projeto foi implantando em dezembro de 2019, a data limite para apresentar os dados ao SARE era no máximo dezembro de 2022.

Figura 5 - Valores intermediários de referência para monitoramento dos projetos de restauração ecológica, para cada tipo de vegetação

Florestas Ombrófilas e Estacionais ** / Restinga Florestal ** / Mata Ciliar em região de Cerrado **										
Indicador	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)*			Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)***			No. de espécies nativas regenerantes (n° ssp.)***			
Nível de adequação	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo	adequado	crítico	mínimo	adequado	
Valores intermediários de referência	3 anos	0 a 15	15 a 80	acima de 80	-	0 a 200	acima de 200	-	0 a 3	acima de 3
	5 anos	0 a 30	30 a 80	acima de 80	0 a 200	200 a 1000	acima de 1000	0 a 3	3 a 10	acima de 10
	10 anos	0 a 50	50 a 80	acima de 80	0 a 1000	1000 a 2000	acima de 2000	0 a 10	10 a 20	acima de 20
	15 anos	0 a 70	70 a 80	acima de 80	0 a 2000	2000 a 2500	acima de 2500	0 a 20	20 a 25	acima de 25
Valores utilizados para atestar recomposição	20 anos	0 a 80	-	acima de 80	0 a 3000	-	acima de 3000	0 a 30	-	acima de 30

Legenda → indica o 1º monitoramento após 3 anos de implantação de projeto e valores necessários a atingir para níveis adequados.

Fonte: São Paulo (2014)

Dessa forma o projeto executado deverá atender níveis adequados em um prazo máximo de 20 anos para atestar o processo de recomposição. Durante esse período o compromissário pela Restauração deverá atender os valores intermediários de referências a partir dos critérios adotados pela Portaria CBRN 01/2015 que estabelece Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica no Estado de São Paulo.

Neste Protocolo é orientada a implantação de parcelas para avaliação da contagem de cobertura de solo com vegetação nativa, densidade de indivíduos regenerantes e espécies nativas regenerantes. Ainda, conforme o protocolo da Portaria CBRN 01/2015 as formações devem contabilizar toda a área de solo coberta por vegetação nativa, de quaisquer formas de vida (p. ex. herbáceas, arbustivas e arbóreas) conforme figura 7 ilustrativa da Portaria CBRN 01/2015.

Cabe ressaltar que a avaliação é gerada a partir dos dados lançados para cada indicador no sistema SARE. Na avaliação geral do monitoramento, todos os indicadores precisam estar regulares (valores mínimos ou adequados) para que o status do projeto seja considerado regular. Deste modo, se um ou mais indicadores apresentarem resultado Crítico, a avaliação geral será IRREGULAR-Crítico. Se um ou mais indicadores apresentarem resultado Mínimo, e nenhum apresentar “Crítico”, a avaliação geral será REGULAR-Mínimo. Se todos apresentarem resultado Adequado, a avaliação geral será REGULAR-Adequado (SÃO PAULO, 2019).

3.4.1 Método de amostragem e parcelas

A verificação dos indicadores ecológicos foi realizada por meio de parcelas amostrais, que representam a totalidade da área em restauração. De maneira geral, a quantidade de parcelas foi definida de acordo com a área total do projeto, totalizando 10 parcelas divididos em dois polígonos (Gleba 1 e 2) que foram realizados plantios: Gleba 1 (4,309 ha), Gleba 2 (0,053 ha) totalizando 4,362 hectares.

A Portaria CBRN 1/2015 - Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica determina que o cálculo para quantidade de parcelas é realizado por meio do tamanho da área do projeto, se a área é maior que 1 (um) hectare, calcula-se o número de hectares mais 4*. E Caso a área a ser restaurada não seja contínua, mas pertença a um mesmo tipo de vegetação, a quantidade de parcelas poderá ser calculada considerando-se a área total como a unidade de monitoramento (SÃO PAULO, 2015).

Na área de estudo temos duas glebas em processos de restauração ecológica Gleba 1 (4,309 ha) e Gleba 2 (0,053 ha) por meio de plantio direto de mudas nativas, dessa forma foi considerada a quantidade total das duas glebas como unidade de monitoramento.

3.4.1.1 Localização e dimensão das parcelas

Quanto a localização das parcelas amostrais, a mesma ocorreu de modo aleatório e que representasse melhor toda a área do projeto. Como a área de restauração foi realizada por meio de plantio em linhas, a linha amostral da parcela foi posicionada na diagonal com relação à direção da linha de plantio.

Quanto ao tamanho da parcela, cada parcela tem o tamanho fixo de 100 m² com 25m de comprimento e 4m de largura. Para montagem da parcela foi utilizada uma trena.

Figura 6 - Distribuição das parcelas para o monitoramento e Levantamento de Dados da área em processo de Restauração Ecológica.



Fonte: Google Earth (2022)

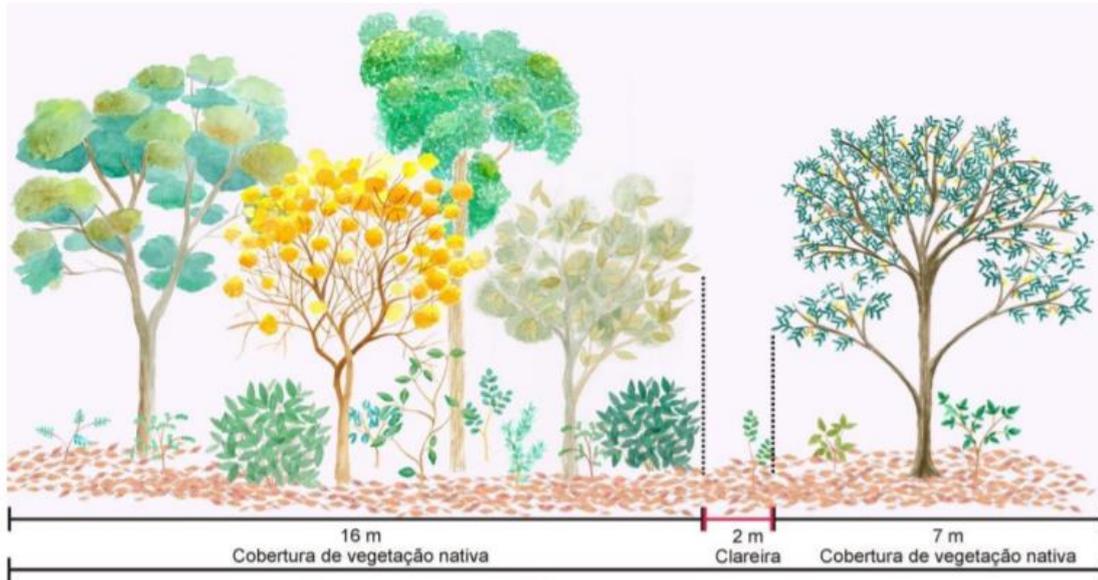
3.4.2 Cálculo e levantamento dos dados

Para o levantamento dos dados em questão foi utilizada uma trena sobre os trechos cobertos pela vegetação nativa conforme figura 7 que exemplifica com as medidas 16 metros, 2 e 7 metros. Assim a somatória dos trechos em relação ao comprimento total da parcela (25m) foi usada para calcular a porcentagem (%) de cobertura na parcela, conforme fórmula abaixo:

$$\text{Cobertura em cada parcela (\%)} \text{ Ex: } \frac{(\text{trecho } 16 \text{ mt}) + (7 \text{ metros}) \times 100}{25 \text{ (comprimento da parcela)}}$$

No exemplo acima, somando os trechos de 16 metro mais 7 metros (trechos de vegetação nativa apenas) é igual a 23 metro de vegetação vezes 100 (fórmula) = 2300 dividido por 25, resulta em 92% conforme figura 7.

Figura 7- Esquema exemplificativo da portaria da CBRN 01/2015 da avaliação do indicador “cobertura do solo com vegetação nativa” para Floresta Estacional Semidecidual



A cobertura do solo é a área do solo coberta pela copa das espécies nativas. Neste exemplo, a cobertura do solo por espécies nativas na parcela é de 23 metros, ou seja, 92%.

Fonte: São Paulo (2015)

O valor do indicador “Cobertura do solo com vegetação nativa” é a cobertura média considerando todas as parcelas, que será calculada por meio da seguinte fórmula: $\text{Indicador cobertura (\%)} = \frac{(\text{cobertura parcela 1} + \text{cob.parc.2} + \dots + \text{cob.parc.N})}{\text{Total das parcelas alocadas em campo}}$

3.4.3 Densidade de indivíduos nativos regenerantes

Para medir a quantidade de indivíduos nativos regenerantes de espécies lenhosas (arbustivas ou arbóreas) nativas por hectare, foi realizada a contagem apenas os indivíduos com altura igual ou maior que 50 cm e com Circunferência à Altura do Peito menor que 15 cm ou inexistente ($H \geq 50 \text{ cm}$ e $CAP < 15 \text{ cm}$) (SÃO PAULO, 2015).

Todos os exemplares lenhosos nativos que estavam dentro da parcela foram convertidos para número de indivíduos por hectare (ind./ha), dividindo-se o número de indivíduos na parcela pela área da parcela em hectares, da seguinte maneira:

$$\text{Densidade na parcela (ind./ha)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos encontrados na parcela}}{0,01 \text{ ha}}$$

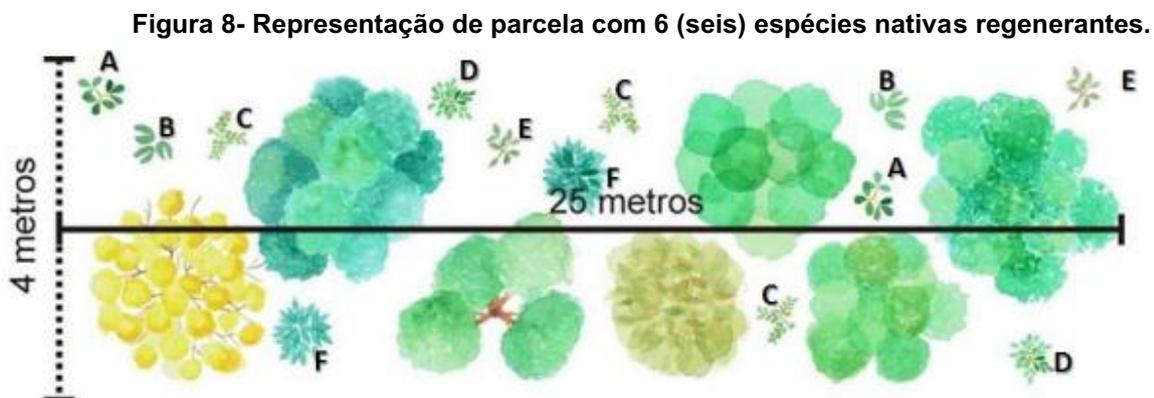
*O valor deste indicador será a média das parcelas, calculado pela seguinte fórmula: Indicador densidade (ind./ha)= $\frac{\text{dens.parc.1} + \text{dens.parc.2} + \dots + \text{dens.parc.N}}{\text{Número de parcelas alocadas em campo}}$

3.4.4 Número de espécies nativas regenerantes

Quanto a este indicador mediu-se a quantidade total de espécies lenhosas (arbustivas ou arbóreas) de regenerantes nativos encontrados nas parcelas. Os indivíduos contados possuíam altura igual ou maior a 50 cm e com Circunferência à Altura do Peito menor que 15 cm ou inexistente ($H \geq 50$ cm e $CAP < 15$ cm). Gerou-se, então, uma lista com as espécies encontradas em todas as parcelas.

Cabe ressaltar que uma mesma espécie não deve ser contada mais de uma vez na mesma unidade de monitoramento, mesmo que ela ocorra em várias parcelas. Ou seja, o levantamento das espécies será realizado na forma de uma lista única, e não de uma lista para cada parcela de monitoramento. Assim, cada espécie é contabilizada apenas uma vez, quando esta é verificada em uma das parcelas amostrais.

É possível observar na figura 8 que os 13 indivíduos nativos regenerantes, nesta parcela, pertencem a 6 espécies nativas diferentes (A, B, C, D, E, F). Logo, se nas outras parcelas de monitoramento não forem encontradas outras espécies além destas, o valor para o indicador “Número de espécies nativas regenerantes” serão de 6 espécies.



Fonte: São Paulo (2015)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em visita técnica à Fazenda Ribeirão em 30 de janeiro de 2021, foram avaliadas as áreas das Glebas 1 e 2 que consistiram nas técnicas de plantio de mudas nativas e condução da regeneração natural.

O plantio de mudas nativas em uma área de 0,053 (Gleba 2) foi conduzido adequadamente, onde os indivíduos estavam saudáveis e já apresentavam altura entre 1,0 e 1,5 metros. Quando a Gleba 2 foi utilizada uma linha linear, visto que anteriormente a gleba era tida como uma cortina verde. A vegetação de gramíneas exóticas invasoras estava controlada e as mudas coroadas. No entanto, a área apresentou pouca variedade de espécies, dentre as 165 mudas plantadas foi contabilizada 10 espécies florestais.

A Gleba 1 (4,309 ha) sofreu com uma alta mortalidade de mudas plantadas conforme figura 9, onde cerca de 2115 mudas mortas, em média de 40% do total das mudas plantadas na gleba conforme o levantamento em campo.

Figura 9- Vista parcial gleba 1 com mortalidade de mudas nativas

Legenda: Linhas em branco indicam os locais que as mudas estavam mortas



Fonte: A autoria própria (2021)

Os fatores que contribuíram para esta taxa alta de mortalidade foram investigados e apresentados no gráfico 1. Cabe ressaltar que a manutenção de limpeza da área gleba 1 tinha ocorrido há 7 dias e as mudas estavam coroadas conforme figura 10.

Gráfico 1- Fatores das causas de mortalidade de mudas florestais da Gleba 1, Fazenda Ribeirão



Fonte: Autoria própria, 2021

Na avaliação da Gleba 1 foram constatados erros operacionais na implantação do plantio como a falta de tutoramento das mudas, manejo inadequado do solo, mudas de baixa qualidade, mudas muito jovens e tenras e erros operacionais no plantio conforme demonstrado no quadro 3 na figura 10 a figura 13

A maior causa detectada em campo conforme os dados apresentados no gráfico 1, foi o plantio de mudas muito pequenas e jovens (538 mudas morreram). Segundo Ritchie *et al.* (2010) quando ocorre uma mortalidade acima 10% podem estar associados ao tamanho das mudas conduzidas no campo, pois, conforme, sob condição ambiental menos favorável, com mato-competição, devem-se priorizar mudas de maior dimensão (> 30 cm). Na avaliação, as mudas não estavam rustificadas, apresentavam altura menor de 15 cm com diâmetro de coleto inferior a 3 mm sem lignificação.

CARNEIRO (1983) ressalta que o diâmetro do coleto é de fundamental importância na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após o plantio, e as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, especialmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

Quadro 3 - Fatores das causas de mortalidade das mudas na Gleba 1



Figura 10- Muda florestal de pequeno porte morta



Figura11- Muda plantada com a embalagem



Figura 12- Indivíduo com soterramento de coleto



Figura 13 -Muda com raiz enovelada

Fonte: autoria própria (2021)

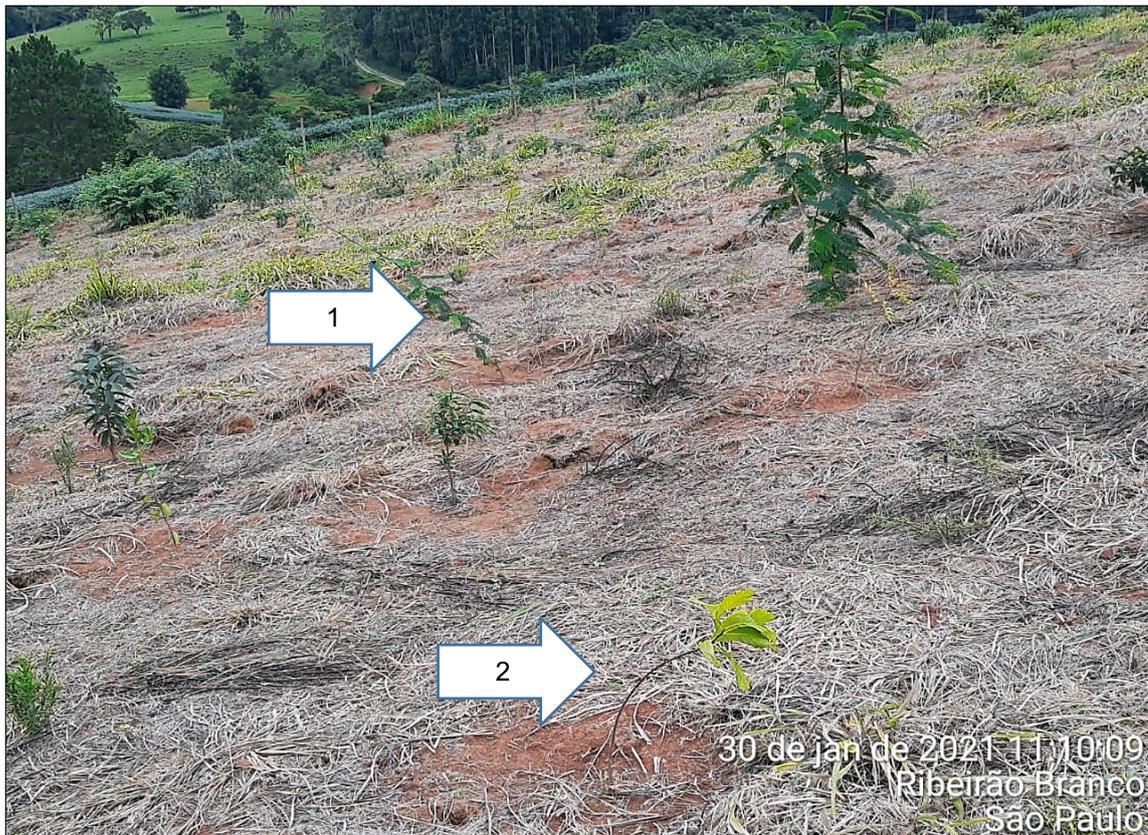
Outro fator associado ao baixo diâmetro de colo segundo Sturion e Antunes (2000) é o tombamento das plantas que pode resultar em morte ou deformações que comprometem a função silvicultural, pois segundo os autores relação altura/diâmetro do colo constitui um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade de mudas

florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo e mudas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio.

Foram observados por Li *et al.*(2011) que a sobrevivência das mudas de grande porte de *Araucaria.angustifolia* mostrou-se significativamente maior do que a sobrevivência das mudas menores, pois mudas mais desenvolvidas geralmente apresentam um melhor desempenho em campo do que mudas pequenas.

As mudas da área avaliada estavam sem tutoramento e muitas mudas arqueadas conforme figura 14, e até mesmo balançado, pois no momento da avaliação ventava e foi possível registrar o ocorrido.

Figura 14 - Vista parcial da área em processo de Restauração Ecológica após 14 meses de implantação



Legenda: ➡ 1. Muda inclinada e 2. mudas balançando com a ação do vento

Fonte: Autoria própria,2021

Sabe-se que o tutoramento é uma etapa que deve ser realizado logo após o plantio da muda. O tutor deve amparar e conduzir a muda. Um bom tutor deve resistir aos ventos fortes e as intempéries do ambiente como sol e chuva.

Quanto as intempéries do ambiente, Segundo Peltola *et al.* (2000), no viveiro as mudas estão protegidas do vento, mas após o plantio as mudas devem estar preparadas para suportar adversidades, causadas pelo vento e/ou chuva. Além da falta de aclimação ao vento, o risco de o caule quebrar é grande e agravado principalmente se as mudas apresentarem altura desproporcional ao sistema radicular.

Outro fator constatado na gleba 1 que interferiu significativamente no desenvolvimento das mudas em campo, foi o soterramento de coleto, cerca de 199 mudas mortas estavam com o coleto soterradas, a figura 8 demonstra o desenvolvimento da espécie do gênero *Luehea* conhecida como açoita-cavalo se desenvolvendo no chão.

Ferreira e Milani (2002) explicam que a causa do soterramento do coleto é o recobrimento excessivo de parte do caule das mudas por terra, seja na ocasião do plantio, pelos tratos culturais, ou ainda pelas enxurradas. A porção do caule que passa a funcionar como “novo” coleto é forçada a modificar-se em órgão subterrâneo, o que ocasiona alterações na fisiologia da planta. Essa porção fica sujeita a vários tipos de estresses, especialmente por temperaturas elevadas, que ocorrem na superfície do solo, em dias mais ensolarados e quentes. Estes sintomas aparecem nas plantas jovens alguns meses após o plantio e podem causar a morte da planta.

Outro dado relevante levantado foi referente ao sistema radicular das mudas plantadas, pois foi verificado que as raízes estavam enoveladas ou com má formação conforme figura 13 que demonstra uma muda recém tirada do campo para avaliação do sistema radicular.

Grene (1978) afirma que as avaliações do sistema radicular como enovelamento e exposição de raízes tanto na superfície quanto no fundo do recipiente são importantes e problemas radiculares levam ao menor incremento em volume, devido à redução na capacidade de translocação nutricional. Alfenas *et al.*, 2004 corroboram com a questão, pois segundo eles raízes defeituosas impedem a absorção suficiente de água e nutrientes, fazendo com que a planta chegue a um quadro sintomatológico de deficiência hídrica ou nutricional levando a senescência.

Logo após o diagnóstico das áreas em processo de restauração ecológica, foi possível realizar correções e substituição das 2.115 mudas nativas mortas. Cabe ressaltar que o replantio consiste na reposição das mudas que morreram, devendo ser realizado sempre que a mortalidade for superior a 5% (SÃO PAULO, 2009).

A Gleba 1 se encontrava cercada para impedir o acesso dos animais e estava totalmente limpa após o controle químico contra o capim elefante (*Pennisetum* spp.).

Em 14 de fevereiro iniciou-se o plantio das mudas mortas, para abertura dos berços foi utilizada um perfurador do solo que à Gasolina 52CC BPS 52marca BRANCO-90314500, que possibilitou uma ampla abertura de berço para as mudas conforme figura 15. Foram adquiridas 2.200 mudas com alturas de 80 cm a 1 metro ou mais, devido ao curto tempo de execução do projeto e monitoramento no sistema SARE.

Figura 15- Vista das dimensões do berço feito pelo perfurador de solo e o tamanho da muda a ser utilizada no novo plantio



Fonte: autoria própria,2021

O plantio seguiu as orientações da RESOLUÇÃO SMA Nº 32, DE 03 DE ABRIL DE 2014 - Anexo III - Orientação técnica para plantio em área total. Quanto as espécies utilizadas, foi possível plantar 71 espécies entre Pioneiras e Não Pioneiras.

Foi realizada a adubação com NPK 4-14-8, em média de 150 gramas por berço no momento do plantio. Também foi realizado o coroamento de todas as mudas do novo plantio e tutoramento com estacas de bambu com cerca de 1,20 metros. Todas as etapas foram de forma semimecanizadas e manuais.

As manutenções aconteceram a cada 3 meses e foram basicamente a limpeza da área com o uso de roçadeiras para rebaixamento do mato capim elefante e após este rebaixamento, 15 dias acontecia o controle químico com o glifosato, ou seja, ao total 4 manutenções desde o replantio de fevereiro de 2021. Este controle químico era feito com o glifosato citromax com a dosagem de 500ml para cada 20 litros de água utilizando pulverizador costal Agrícola de 20 Litros. Cabe ressaltar que o controle químico era realizado tanto em ao em torno das mudas em diâmetro de 0,80 cm a 1 metros e entre linhas.

As manutenções também contavam com os coroamentos manuais das mudas com cerca de 1 metro de diâmetro, pois o crescimento do mato competição era muito acelerado, assim o coroamento bem-feito contribuiu o desenvolvimento e crescimento das mudas.

Foram realizadas 2 adubações de cobertura, a primeira após 60 dias do plantio com a formulação de NPK 4-14-8 à superfície de todas as mudas plantadas na Gleba 1 e 2 e a outra adubação após 120 dias.

Após os tratamentos silviculturais e monitoramento da área realizados do dia 14 de fevereiro 2021 à 30 de agosto de 2022, foram levantados os dados para atender o prazo da Resolução SMA nº32/2014 utilizando os indicadores ecológicos da Portaria CBRN 01/2015. Os dados coletados em campo das respectivas parcelas (1 a 10) foram distribuídos no Tabela 1 com Resultados dos Indicadores Ecológicos para cobertura do solo, Densidade e número de espécies nativas regenerantes e a média final para cada um dos indicadores que são comparados com a Resolução SMA nº 32 (SÃO PAULO,2014).

Tabela 1 - Resultados dos indicadores ecológicos de cobertura do solo, Densidade e número de espécies nativas regenerantes.

Localização das parcelas	Cobertura do solo %	Densidade de indivíduos nativos regenerantes	Número de espécies nativas regenerantes
725128.56 m E 7320486.23 m S Parcela 1	74,0%	6/ 0,01=600 600 (ind./ha)	<i>Senna multijuga</i> <i>Schinus terebinthifolius</i>
725079.56 m E 7320440.22 m S Parcela 2	61,3%	2/0,01 =200 200 (ind./ha)	<i>Piptadenia gonoacantha</i>
724979.07 m E 7320410.67 m S Parcela 3	54,5%	2/0,01 =200 200 (ind./ha)	<i>Solanum mauritianum</i>
724973.52 m E 7320339.30 m S Parcela 4	63,2%	3/0,01 =300 300 (ind./ha)	<i>Casearia</i>
725126.03 m E 7320427.04 m S Parcela 5	81,1%	4/0,01=400 400(ind./ha)	<i>Syagrus romanzoffiana</i> <i>Trema micranta</i>
725126.03 m 7320358.00 m S Parcela 6	70,8%	1/0,01 =100 100 (ind./ha)	Sem espécie inédita
725165.57 m E 7320399.46 m S Parcela 7	79,3,0%	3/ 0,01=300 300 (ind./ha)	<i>Nectrandia cissiflora</i>
725079.56 m E 7320440.22 m S Parcela 8	51,3%	2/0,01 =200 200 (ind./ha)	Sem espécie inédita
724918.00 m E 7320525.00 m S Parcela 9	90,5%	3/0,01 =300 200 (ind./ha)	<i>Bauhinia forficata</i>
724832.00 m E 7320438.00 m S Parcela 10	96,4%	4/0,01 =400 400 (ind./ha)	<i>Inga laurina</i> <i>Aegiphila integrifolia</i>
Média			
Indicador Final	72,2%	300(ind./ha)	11 espécies nativas

Fonte: autoria própria (2022)

A figura 16 próxima a parcela 7, demonstra a cobertura de copa promovendo o sombreamento e dessa forma eliminando a exótica invasora, ampliando as possibilidades de regeneração natural da área.

Figura 16- Vista parcial de área de monitoramento próximo a parcela 7



Fonte: autoria própria (2022)

Avaliando-se os valores obtidos para toda a área de estudo, segundo a tabela do Anexo I da Resolução SMA nº 32, verifica-se que o indicador de cobertura de vegetação (%) com 72,2% encontram-se em estado “mínimo”, pois de acordo com a Resolução SMA nº 32 esperava-se uma cobertura de copa acima de 80%. Quanto aos indicadores de densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha) e número de espécies nativas, tais indicadores os enquadra em “adequadas”, pois foram encontradas 11 espécies nativas em regeneração (acima de 3 espécies o indicador já apontaria o nível adequado); e densidade de indivíduos de 300 (ind./ha) para o monitoramento em 3 anos, como é o caso do estudo.

Passos (2021) realizou um estudo em uma área a recuperação das áreas degradadas na Ecovila- Vargem Grande, e encontrou valores iniciais, no nível de

adequação de (3) três anos, compatíveis ao parâmetro “mínimo” em todos os indicadores de referência para o monitoramento orientados pela CBRN (2015). Segundo o autor os valores foram atribuídos pela alta mortalidade de mudas, neste caso, causada por um incêndio na área comprometendo os resultados.

Um dos principais fatores de perturbação encontrados ainda é a presença do capim elefante, pois em alguns pontos não houve cobertura do solo pelas espécies nativas interferindo também nas futuras espécies regenerantes. Sabe-se que a incidência solar no interior da área favorece o desenvolvimento de gramíneas, comprometendo o desenvolvimento do estrato regenerante (MAGNAGO *et al.*, 2015).

A ação de correção para melhores resultados futuros serão a erradicação e/ou controle dessa espécie invasora através de implantação de espécies de recobrimento das áreas das parcelas detectadas com menor porcentagem de cobertura por copa das espécies nativas. Em conjunto com esta medida, a implantação de espécies facilitadoras ou espécies de diversidade, onde existem clareiras, além do coroamento contínuo das regenerantes e adubação de cobertura até que estes indivíduos alcancem condições adequadas para o seu desenvolvimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos indicadores ecológicos foi possível avaliar que as medidas implantadas na área em processo de Restauração Ecológica por meio do TCRA vêm sendo efetivas, porém o indicador apontou que a área possui baixa cobertura de vegetação nativa (72,2%) o que enquadra este indicador no parâmetro “mínimo” de recuperação. Este valor é inferior ao esperado (>80%) indicando a necessidade da realização de ações corretivas para não comprometer os resultados futuro.

Os dados de cobertura de solo pela copa das espécies nativas, principalmente, foram comprometidos pela execução inicial do projeto pela alta mortalidade de mudas causada pela sua má qualidade e erros operacionais em 2020. No entanto, a quantidade de espécies (11 espécies detectadas na parcela) e densidade indivíduos regenerantes (300ind./ha) apresentam dados indicadores na Resolução SMA 32 como “adequados”, mas que podem ser melhorados. Dessa forma o indicador final do processo após 3 anos se enquadra como “Regular-mínimo”.

As medidas de correções para alcançar melhorar o indicador cobertura de solo podem ser: eliminação do capim elefante do sistema pela implantação de espécies de rápido crescimento e recobrimento, contínuos coroamentos e adubações de coberturas das regenerantes.

Espera-se que com as medidas de correções e monitoramento frequentes, a área atinja os parâmetros dos indicadores ecológicos de forma adequada e a recomposição da área seja atestada em um período menor de 15 anos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. de P. C. ; SANTOS, H. G. dos ; ZARONI, M. J. **Latossolos Vermelho-Amarelos**. EMBRAPA. Disponível em< <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-vermelho-amarelos>>. Acesso em 12 de fevereiro, 2021.

ATTANASIO, C. M. Restauração e Monitoramento da Mata Ciliar e da reserva Legal para a Certificação Agrícola. Conservação da Biodiversidade na Cafeicultura. **Manual Técnico**. Piracicaba: Imaflora, 60 p., 2008.

BARBOSA, L. M. Lista de Espécies Indicadas para Restauração Ecológica para Diversas Regiões do Estado De São Paulo. In: VI Simpósio de Restauração Ecológica, 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CERAD/IBT/SMA, 2018. p. 1 - 131.

SILVA C. B. da. BONESSO S. A., RIBEIRO K. T.; VIEIRA D. M. **Guia de Restauração Ecológica para Gestores de Unidades de Conservação** – publicação ICMBio, de autoria de, 2021.

BARBOSA, L. M; MANTOVANI, W. Degradação ambiental: conceituação e base para o repovoamento vegetal. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações litorâneas. **Anais ...** São Paulo: SMA, 2000.

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: .

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: Acesso em: 27 nov. 20

BRASIL. **Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988**, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa, **Anais...** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1983. p. 10-24.

CARNEIRO, J. G. A.; RAMOS, A. Influência da altura aérea, diâmetro de colo e idade de mudas de *Pinus taeda* sobre a sobrevivência e desenvolvimento após 15 meses e aos seis anos após o plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 10, 1981: Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p 91 -110.

CARPANEZZI, A. A. et al. Funções múltiplas das florestas: conservação e recuperação do meio ambiente. In: **Congresso florestal brasileiro**, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais... Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.266-277.

CLIMA TEMPO. **Clima: Ribeirão Branco-SP**. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/clima/4232/ribeirao-branco-sp>. Acesso em: 20 fev. 2021

DATAGEO. Solos do Estado de São Paulo - Ano: 1999 - Escala: 1:500.000 - Formato: Vetor - Abrangência: Estado de São Paulo. Disponível em <<http://rederit.datageo.ambiente.sp.gov.br/geonetworkcrit/srv/api/records/707d0ada-4f89-42a8-9a2d-79dfab8718aa>>. Acesso em 12 de fevereiro,2021.

CARIBÉ, K. V. B. **Reparação de dano ambiental** – obrigação propter rem, imprescritibilidade do pedido e inexistência de situações jurídicas consolidadas. 2014.

ENGEL, V.L. & J.A. PARROTTA. 2003. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Páginas: 01-26 em P. Y. Kageyama, R. E. Oliveira, L. F. D. Moraes, V. L. Engel e F. B. Gandara, editores. Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. Botucatu, SP.

FARIA, J.M.R.; DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Comportamento de espécies florestais em área degradada com duas adubações de plantio. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 25-44, 1997.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Procedência e potencialidade genética de sementes florestais. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). Matas ciliares: **conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2011. p. 63-79.

FERREIRA, F. A.; MILANI, D. Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil. Mogi Guaçu: International Paper, 2002. 98
GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista à Árvore**, Viçosa, v. 26, n.6, p. 655-664, 2002

FONSECA, E.P.; Valéri, S.V.; Miglioranza, E. N.; Fonseca, A.N.; Couto, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523,2002.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista à Árvore**, Viçosa, v. 26, n.6, p. 655-664, 2002.

GRENE, S. Root deformations reduce root growth and stability. In: Root form of planted trees symposium, 1978, Victoria. **Proceedings...**Victoria: Bristh Columbia, (Joint Report, No.8), 1978.

GUERRA, A. F.; JOLY, C. A. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2010.

IBGE. Cidades: Ribeirão Branco - SP. Brasília, 2015. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354300&search=||infoqr%E1fico s:-informa%E7%F5es-completas>> Acesso em: 20 fev.2023

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal. Brasília: **CELAF**, 2011.

(INMET). INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 20 fev. 2023.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; LEITÃO F.H. F. Restauração de Ecossistemas Florestais. In: JOLY, C. A.; MARTINS, R. P.; HADDAD, C. F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. São Paulo: Rima, p. 67-100.2001.

LEITE, H. G. et al. Determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.955-964, 2005.

LI, G.L.; LIU, Y.; ZHU, Y.; YANG, J.; SUN, H.Y.; JIA, Z.K.; Ma, L.Y. Influence of initial age and size on the field performance of *Larix olgensis* seedlings. **New Forests: Netherlands**, 2011. v. 42, p. 215 – 226.

MAGNAGO, L. F. S.; VENZKE, T. S.; IVANAUSKAS, N. M. Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica, como referência para a restauração florestal. In: MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 376 p. 2015.

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 228-294, 2007

MULA, H.C.A. **Avaliação de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B. Smith & R.J. Downs**. Dissertação (Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 98p,2011.

MOREIRA et al. A qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* impacta o aproveitamento final de mudas, a sobrevivência e o crescimento inicial. In: 50ª Reunião técnico-científica do programa cooperativo sobre silvicultura e manejo. **Série Técnica IPEF**, v. 24, n. 45, julho de 2016.

NOVAES, R. M. L.; MORAES, L. A. C.; ALVAREZ V., V. H.; BARROSO, P. A. V. M.; ROSA, R. C. C. M. **Tecnologia da produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 346 p.

PASSOS, S. A. a. - Recuperação de áreas degradadas em áreas de nascentes: estudo de caso da ecovila vargem grande em São José dos Campos - SP - 2020. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – UNITAU, Taubaté, São Paulo, 2020.

PIERRO, Bruno. **Biodiversidade, Ecologia e Sustentabilidade**. São Paulo: IBEP, n. 238, dez. 2015.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. ASSESSING plant quality. in: the container tree nursery manual, v. 7, seedling processing, storage, and outplanting. whashington, dc: agric. handbk. p. 19 - 81. 2010.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R. ; Leitão-Filho, H. F.(eds) **Matas Ciliares Conservação e Recuperação**. v.1, p.235-247, EDUSP,2004.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, PH.S.; ISERHAGEN, I. (orgs.) **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. 256 p. 2009

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ATTANASIO, C.M. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. *Pesq. Flor. bras.*, Colombo, n.55, p. 7-21, jul./dez. 2007.

RUIZ-JAEN, M. C.; MITCHELL. A. T. Restoration success: how is it being measured?. **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569-577, 2005.

SÃO PAURIDLO, Secretaria do Meio Ambiente. **Portaria CBRN 01/2015**. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica, considerando o disposto no § 2º do artigo 16 da Resolução SMA 32, de 3 de abril de 2014. Publicada no Doe, Pág 45-46. 17-01-2015.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente (Ed.). **Roteiro para elaboração de projetos de recuperação florestal para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO**. São Paulo: SMA, 2009.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014**. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre a restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 05 abr. 2014.

SÃO PAULO. Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. **Notícia: Novo Inventário Florestal do ESP aponta crescimento de 214 mil hectares de vegetação nativa no território paulista**. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2020/08/novo-inventario-florestal-do-esp-aponta-crescimento-de-214-mil-hectares-de-vegetacao-nativa-no-territorio-paulista>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

PELTOLA, H. et al. Mechanical stability of Scots pine, Norway spruce and birch: analysis of tree-pulling experiments in Finland. **Forest Ecology and Management**, v. 135, p. 143–153, 2000.

SILVA, J. P.; FERREIRA, A. B.; OLIVEIRA, T. G.; ARAÚJO, E. L. Parâmetros de qualidade em mudas florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 3, p. 435-444, jul./set. 2016.

SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. (Eds) **Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. Holos: Ribeirão Preto, p. 85 – 95, 2009.

STURION, J.A., ANTUNES, B.M.A. Produção de mudas de espécies florestais. In: **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**. Colombo: EMBRAPA, p.125-150,2000.

VICTOR, M. A. M. **Cem Anos de Devastação** - Revisitada 30 Anos depois. Brasília, 2005.

WATANABE, C. Questões ambientais: a demanda por novas abordagens no ensino de Física.In: **Encontro de Física**. Paraná: Foz do Iguaçu, Atas..., São Paulo: SBF, 2011.