

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Micheli Sehn dos Santos

**Avaliação da restauração de mata ciliar do riacho Presidente Becker no município de
Itapiranga-SC**

Curitibanos, SC

2022

Micheli Sehn dos Santos

**Avaliação da restauração de mata ciliar do Riacho Presidente Becker no município de
Itapiranga-SC**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Martins

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Siminski

Curitibanos, SC

2022

SANTOS, MICHELI SEHN

Avaliação da restauração de mata ciliar do Riacho Presidente Becker no município de Itapiranga-SC / MICHELI SEHN SANTOS; orientador, Eduardo Martins, coorientador, Alexandre Siminski, 2022.

64 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

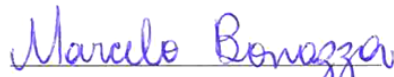
1. Engenharia Florestal. 2. Avaliação da prática de restauração em um segmento de mata ciliar do Riacho Presidente Becker executada pelo poder público municipal de Itapiranga-SC, 15 anos após sua implantação. 3. Utilização do Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, previsto no Artigo 16º da Resolução SMA nº 32, de 3 de abril de 2014. 4. Estratégias e Recomendações. I. Martins, Eduardo. II. Siminski, Alexandre. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

Micheli Sehn dos Santos

**Avaliação da restauração de mata ciliar do Riacho Presidente Becker no município de
Itapiranga-SC**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 11 de julho de 2022.



Prof. Marcelo Bonazza, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Eduardo Marques Martins, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Profª. Karine Louise do Santos, Drª.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Profª. Andressa Vasconcelos Flores, Drª.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

A preservação e recuperação de matas ciliares, tem se tornado uma das principais preocupações relacionadas à manutenção da sustentabilidade ambiental; resultado derivado do reconhecimento dos inúmeros serviços ecossistêmicos oferecidos, como a proteção de cursos hídricos ou a geração de alimentos, e da pressão antrópica a qual estão submetidas. Projetos que visam a restauração desses ambientes são fundamentais para minimizar os efeitos da fragmentação. Porém, a avaliação e o monitoramento desses projetos são indispensáveis para promover o sucesso da restauração ou identificar quais práticas adotadas são mais efetivas para induzir a sustentabilidade. É neste contexto que o presente trabalho está inserindo, com o objetivo de avaliar a restauração das matas ciliares do riacho Presidente Becker implementada pelo poder público municipal de Itapiranga-SC em 2006. Desde a finalização do projeto, nenhuma ação de monitoramento foi realizada a fim de permitir avaliar a resposta do ambiente às práticas de restauração adotadas. Diante disso, foi realizado o mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) considerando a legislação vigente para a recuperação de áreas consolidadas antes de 22/07/2008 com menos de 1 módulo fiscal, sendo obrigatória a recomposição de 5 m em cada lado das margens do curso hídrico e 15 m para as nascentes; totalizando uma área mapeada de 4,6 ha. Fatores de degradação que influenciam direta ou indiretamente o sucesso da restauração foram identificados na área, e somaram 114 ocorrências, tais como: presença de resíduos sólidos (embalagens de agrotóxicos), inexistência de APP (desmatamento) e locais com predominância de espécies exóticas. Para avaliação da restauração, foram selecionadas 9 parcelas, e se utilizou o “Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica” desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, previsto no Art. 16º da Resolução SMA nº 32, de 3 de abril de 2014. A metodologia oferece valores comparativos para 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. De modo geral, apenas o indicador de cobertura do solo apresentou valores inferiores ao valor mínimo de referência para área; os demais indicadores apontam para uma restauração bem sucedida. Porém, na análise individual das parcelas, foi possível observar uma grande variação nos resultados, os quais apresentaram resultados tanto bem abaixo como acima do valor de referência. Para as áreas onde a restauração das matas ciliares não foi efetiva, são necessárias ações de readequação, tais como: reconstituição das APPs, cercamento e sinalização (nascentes), e monitoramento. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a avaliação do sucesso da restauração não deve ser baseada somente no valor dos indicadores para a área total e que, ao considerar a avaliação das parcelas, o monitoramento contínuo das matas ciliares é uma ação relevante para o sucesso da restauração desses ambientes. Entende-se que as recomendações apresentadas neste trabalho são possíveis de serem implementadas na área; assim como, de serem previstas em projetos futuros a serem realizados pelo poder público municipal.

Palavras-chave: Restauração de áreas degradadas. Mata Ciliar. Área de Preservação Permanente (APP). Avaliação da restauração. Monitoramento de projetos de restauração

ABSTRACT

The preservation and recovery of riparian forests have become one of the main concerns related to the maintenance of environmental sustainability; a result derived from the recognition of the numerous ecosystem services offered, such as the protection of watercourses or food generation, and the anthropic pressure to which these environments are subjected. Restoration projects are essential to minimize the effects of fragmentation. However, the evaluation and monitoring of these projects are indispensable to promote the success of the restoration or identify what practices are most effective to induce sustainability. It is in this context that the present work is inserted, to evaluate the restoration of riparian forests of Presidente Becker river implemented in 2006 by the municipal government of Itapiranga-SC, Brazil. Since the end of the project, no monitoring action has been carried out to evaluate the response of the environment to the restoration practices adopted. Therefore, the mapping of the Permanent Preservation Areas (APPs) was carried out considering the legislation in force for the recovery of consolidated areas before 07/22/2008 with less than 1 fiscal module, being mandatory the recomposition of 5m on each side of the margins of the water course and 15m for the springs: a mapped area of 11,37 acres. Degradation factors that directly or indirectly influence the success of the restoration are identified in the area, and a total of 114 occurrences were observed, such as: the presence of pesticide packaging, deforestation of APPs, and sites with the predominance of exotic species. To evaluate the restoration, 9 plots were selected and the "Ecological Restoration Project Monitoring Protocol" was applied, a protocol developed by the São Paulo Department of the Environment (Art. 16º, Resolution SMA n. 32, of April/03/2014). The methodology offers comparative values for three monitoring indicators: (i) soil cover by regenerating woody individuals (%); (ii) density of regenerating woody individuals (individuals/hectare); and (iii) number of regenerating native species. In general, only the soil cover indicator presented values lower than the minimum reference value indicated for the area; the other indicators point to a successful restoration. However, in the individual analysis of the plots, it was possible to observe a large variation in the results, which presented results both well below and above the reference value. For the areas where the restoration of riparian forests was not effective, readjustment actions are needed, such as: reconstitution of APPs, fence and signaling (springs), and monitoring. Based on the results obtained, it is concluded that the evaluation of the success of the restoration should not be based only on the value of the indicators for the total area and, when considering the evaluation of plots, that the continuous monitoring of riparian forests is a relevant action for the success of the restoration on these environments. It is understood that the recommendations presented in this work are possible to be implemented in the area; as well as to be foreseen in future projects to be carried out by the municipal government.

Keywords: Restoration of degraded areas. Riparian forest. Permanent Preservation Areas (APP). Restoration assessment. Monitoring of restoration projects.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	OBJETIVOS	8
1.1.1	Objetivo Geral.....	8
1.1.2	Objetivos Específicos	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	MATAS CILIARES	9
2.2	LEGISLAÇÃO	10
2.3	RESTAURAÇÃO DE MATAS CILIARES	12
2.4	INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE RESTAURAÇÃO DE MATA..... CILIARES.....	14
3	METODOLOGIA.....	16
3.1	ÁREA DE ESTUDO	16
3.2	MAPEAMENTO DA ÁREA	20
3.2.1	Levantamento dos fatores de degradação	21
3.3	AVALIAÇÃO DO PROJETO DE RESTAURAÇÃO 15 ANOS APÓS..... IMPLANTAÇÃO.....	21
3.3.1	Definição das unidades amostrais	23
3.3.2	Levantamento dos dados.....	23
3.3.2.1	<i>Cobertura do solo com vegetação nativa.....</i>	24
3.3.2.2	<i>Densidade de indivíduos nativos regenerantes.....</i>	26
3.3.2.3	<i>Número de espécies nativas regenerantes</i>	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	MAPEAMENTO DA ÁREA DE APP.....	28
4.2	FATORES DE DEGRADAÇÃO	28
4.3	AVALIAÇÃO DA RESTAURAÇÃO	38
4.3.1	Cobertura do solo com vegetação nativa	40
4.3.2	Densidade de indivíduos nativos regenerantes	42
4.3.3	Número de espécies nativas regenerantes	43
5	RECOMENDAÇÕES.....	49
6	CONCLUSÕES.....	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A conservação e restauração de matas ciliares se tornou, nos últimos 30 anos, um dos assuntos mais relevantes quando relacionado à qualidade e sustentabilidade ambiental (MELO; DURIGAN, 2007). Essa crescente preocupação se justifica pelos inúmeros serviços ecossistêmicos prestados por esse tipo de formação florestal, tais como: sobrevivência e manutenção do fluxo gênico através de “corredores ecológicos” formados pela interação entre fragmentos florestais maiores; estabilização e controle da erosão das margens dos rios; contenção de sedimentos e de substâncias tóxicas provenientes de áreas adjacentes (efeito “tampão/filtro”); controle da temperatura (pelo sombreamento); ciclagem de nutrientes; produção de habitats e manutenção dos ecossistemas aquáticos; entre outros (BOTELHO; DAVID, 2015; LIMA *et al.*, 2012; MELO; DURIGAN, 2007; SIMINSKI *et al.*, 2014). Porém, mesmo protegidas por lei desde o antigo Código Florestal Brasileiro de 1965 até os dias de hoje (Lei Federal nº 12.651/2012) através da instituição das Áreas de Preservação Permanente (APPs), essas áreas continuam sendo alvo de degradação pela ação antrópica (BOTELHO; DAVID, 2015; MARTINS, 2014 *apud* OLIVEIRA, 2018).

A adequada restauração das APPs, após degradação por atividades antrópicas, é uma forma efetiva de restaurar os serviços ecossistêmicos das matas ciliares. Essa prática pode ser motivada por ações legais ou por meio de projetos, tanto privados quanto públicos, que visam a restauração de matas ciliares (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A estratégia de conservação inclui ações de mapeamento, delimitação e regularização das APPs, bem como pela implementação de práticas conservacionistas em áreas adjacentes e pela restauração das APPs degradadas.

A restauração ecológica de áreas degradadas tem a capacidade de recuperar as paisagens, restabelecendo a dinâmica natural do ambiente e dos serviços ecossistêmicos locais, aumentando a resiliência e a biodiversidade das áreas restauradas. Porém, a caracterização e o monitoramento através de índices que indicam a evolução dessas intervenções ao longo do tempo são atividades necessárias para: avaliar se os objetivos projetados foram alcançados, contribuir para pesquisas e projetos futuros, ou embasar políticas de manejo dos recursos naturais (WORTLEY *et al.*, 2013 *apud* DURIGAN; SAGANUMA; MELO, 2016).

O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido no âmbito do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal da UFSC. O foco do trabalho é a avaliação da restauração

realizada no Riacho Presidente Becker em 2006, no município de Itapiranga-SC, bem como recomendar estratégias que sirvam como subsidio para readequação da área e para futuros projetos realizados pelo município.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a prática da restauração em um segmento de mata ciliar do Riacho Presidente Becker executada pelo poder público municipal de Itapiranga-SC 15 anos após sua implantação.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar a presença de fatores de degradação persistentes na APP do riacho Linha Presidente Becker.
- Avaliar o sucesso da restauração através dos valores comparativos de referência para o tipo de formação florestal, de acordo com o *Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica* desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, previsto no Artigo 16º da Resolução SMA nº 32, de 3 de abril de 2014.
- Recomendar estratégias e metodologias adequadas para monitoramento e adequação de projetos de restauração de matas ciliares no município.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MATAS CILIARES

Os ecossistemas florestais, sejam eles naturais ou restaurados, tem grande valor biológico e socioeconômico agregado devido aos seus importantes serviços ecossistêmicos; dos quais a vida é dependente (MCDONALD *et al.*, 2016). Segundo MEA (2005), serviços ecossistêmicos são todos os benefícios oferecidos de forma gratuita à Humanidade, e podem ser classificados em quatro categorias: i – suporte, mesmo não fornecendo benefícios diretos, são essenciais para o ecossistema e indiretamente responsáveis por todos os outros serviços; ii – reguladores, responsáveis por diversas funções essenciais, como a regulação do clima, controle de precipitação, filtragem do ar e da água, entre outros; iii – provisão, são os benefícios de uso direto pela Humanidade, como a extração de produtos não madeireiros, plantas alimentícias e medicinais *etc.*; iv – culturais, benefícios de natureza subjetiva advindos do valor espiritual, da beleza estética da paisagem, da inspiração artística, entre outros (importantes para atividades como o Turismo).

A vegetação florestal presente ao longo dos cursos hídricos, na zona ripária, é denominada de Mata Ciliar (ARONSON *et al.*, 2011). Segundo Rodrigues e Shepherd (2001 *apud* OLIVEIRA, 2018), são caracterizadas pela acentuada heterogeneidade florística, ocasionada pela interação com fatores físico-biológicos inerentes a esses ambientes, tais como: a dinâmica hídrica no solo e a matriz vegetacional adjacente. Por estarem presentes nas zonas de transição entre o meio aquático e terrestre, desempenham diversas funções eco-hidrológicas, tais como: a proteção do solo contra a erosão e do leito do curso hídrico contra o assoreamento; ou a filtragem de agroquímicos provenientes de áreas adjacentes (LIMA *et al.*, 2012; REZENDE, 1998 *apud* FORESTO, 2008). Entre outras funções desenvolvidas pelo ecossistema, podem-se destacar, principalmente: o fluxo gênico; produção e suporte de habitats para abrigo, reprodução e alimentação de fauna (terrestre e aquática); proteção de mananciais; e regulação microclimática (HAYAKAWA; KUUSEMETS, 2005 *apud* BARROS, 2017; MUELLER, 1998 *apud* FORESTO, 2008)

No entanto, a ação antrópica tem se apresentado como um grande desafio para a manutenção da funcionalidade desse ambiente, mesmo com a instituição das APPs pelo *Código Florestal Brasileiro* de 1965. Alguns desses processos de degradação são constantemente e/ou

são antigos, como o avanço da fronteira agrícola; fenômeno motivado pela busca de solos mais férteis devido à redução da fertilidade, exportação de nutrientes e compactação do solo (por pisoteio de gado e trânsito de maquinário agrícola) oriundos da intensificação do uso da terra. No entanto, a essas causas também podem ser somados os efeitos da expansão dos ambientes urbanos, da extração de madeira e de recursos minerais, dos incêndios florestais e da construção de hidrelétricas (DAVIDE; BOTELHO, 1999 *apud* LUIZ, 2015; MARTINS, 2007 *apud* BRUNO, 2014).

As consequências desses processos de degradação por atividades antrópicas induzem à desequilíbrios ambientais, como a perda e a fragmentação de habitats; com isso tem-se a formação de “ilhas” (fragmentos florestais) e o aumento da influência de condições externas nas áreas marginais das “ilhas”, também conhecida como “efeito de borda” (BOTELHO; DAVIDE, 2015; RODRIGUES, 1998 *apud* PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Essa condição dificulta a manutenção da diversidade da fauna e flora, tornando a vegetação natural mais suscetível à introdução de espécies exóticas e à dispersão de doenças, reduzindo a biodiversidade. Outra consequência que se torna cada vez mais preocupante é a poluição ambiental resultante dos impactos antrópicos sobre a qualidade da água, solo e ar, e sobre o clima; atingindo diretamente a Humanidade (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

2.2 LEGISLAÇÃO

No Brasil as políticas voltadas ao meio ambiente, começaram a ser instituídas a partir da década de 30, iniciadas como uma forma de “intervenção” à exploração desregrada e predatória dos recursos naturais. Neste período: a cafeicultura estava expandindo suas fronteiras e sobrepondo-se sobre a vegetação nativa; a produção de gado era extensiva e com técnicas limitadas de manejo; e, no Sul do país, os estoques de araucárias estavam se exaurindo (AHRENS, 2003). Nesse cenário, em 1934 foi instituído o primeiro Código Florestal (Decreto nº 23.793, 23 de janeiro de 1934), com objetivo de proteger as florestas como um bem comum, e limitar e orientar a exploração dos recursos florestais:

Art. 3º - As florestas classificam-se em: a) Protectoras; b) Remanescentes; c) Modelo; d) De rendimento. (...)

Art. 8 - Consideram-se de conservação perenne, e são inalienáveis, salvo se o adquirente se obrigar, por si, seus herdeiros e sucessores, a mantel-as sob o regimen legal respectivo, as florestas protectoras e as remanescentes. (Decreto nº 23.793/1934).

Devido à precariedade na execução do primeiro Código Florestal, foi estruturado um novo Código Florestal, sancionado em 15 de setembro de 1965 (AHRENS, 2003): a Lei Federal nº 4.771/1965, a qual reconheceu a importância da preservação das matas ciliares em seu Art, 2º.

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:
 a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água (...);
 b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
 c) nas nascentes, mesmo nos chamados "olhos d'água", seja qual for a sua situação topográfica (...). (Lei nº 4.771/1965).

E mesmo as matas ciliares sendo reconhecidas e protegidas pelo Código Florestal Brasileiro de 1965 (BRASIL, 1965), sua vulnerabilidade a processos de degradação antropogênicos não apresentou reduções significativas; seja pelo não cumprimento da legislação, seja pela negligência ou incapacidade de fiscalização do poder público (RODRIGUES; NAVE, 2001 *apud* TEIXEIRA *et al.*, 2014). Assim como o Código Florestal de 1934, a versão de 1965 também enfrentava problemas de implantação; no entanto, com a instauração da Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605, 12 de fevereiro 1998) e de outras regulamentações, o poder público e a sociedade começaram a debater sobre impactos ambientais com mais frequência e profundidade.

Quase cinco décadas após a instituição do antigo Código Florestal, a definição das matas ciliares como APPs foi mantida na nova Lei Federal nº 12.651/2012, que institui a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN, também conhecida como "Novo Código Florestal Brasileiro"). As APPs são definidas no Inciso II, do Art. 3º da referida lei como:

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 (BRASIL, 2012).

Porém a LPVN propôs alterações nas definições e condições para a recomposição das APPs degradadas, conforme avalia Candiotto e Vargas (2018):

A LPVN "permite a continuidade de atividades ilegalmente instaladas em áreas ambientalmente protegidas, desde que anteriores a 22 de julho de 2008 para áreas rurais [consolidadas], e a 31 de dezembro de 2007 para áreas urbanas [consolidadas, conforme] (...) inciso II do caput do Art.47º da Lei Federal nº 11.977, de 7 de julho de 2009" (CANDIOTTO; VARGAS, 2018).

Ainda, a largura mínima para recomposição nas áreas rurais varia de acordo com o tamanho da propriedade, sendo que: propriedades rurais com até 01 módulo fiscal tem obrigação de recompor apenas 5 m de largura, e para as nascentes a recuperação de 15 m,

valores inferiores ao antigo código, sendo de 30 m para rios com até 10 m de largura e 50 m de raio para as nascentes (CASTRO, 2012; CANDIOTTO; VARGAS, 2018).

Outra mudança significativa foi na delimitação das APPs: agora, a faixa longitudinal é medida a partir da borda da calha do leito regular, sem considerar as áreas que periodicamente são inundadas; reduzindo e enfraquecendo a proteção das matas ciliares e, conseqüentemente, dos cursos hídricos (CANDIOTTO; VARGAS, 2018; CASATTI, 2010).

Diante da degradação e da perda de potencialidades naturais, decorrentes das ações antrópicas, a conservação ou restauração das áreas de mata ciliar, pela sua relevância ambiental, é uma prioridade. Para isso, é necessário a execução de medidas de conservação e restauração através de planos regionais ou nacionais, que sejam autossustentáveis e tenham apoio social (BARRELLA *et al.*, 2000 *apud* BARROS, 2017). Não obstante, a conservação também pode ocorrer através de projeto de restauração, ou de atos legais e normativos, em âmbito municipal (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

2.3 RESTAURAÇÃO DE MATAS CILIARES

Desde a década de 1990 tem crescido as preocupações, exigências legais e iniciativas de restaurações de áreas degradadas, através de ações governamentais, privadas e sociais (KAGEYAMA; GANDARA, 2000 *apud* BARROS, 2017). Segundo CASTRO (2012), existem razões éticas e espirituais para a necessidade de restauração dos ecossistemas degradados, pelo seu valor à vida e sua manutenção, os serviços oferecidos, minimização dos desastres naturais e a garantia de um meio equilibrado para as gerações futuras (CASTRO, 2012).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizada em 2013, também conhecida como Rio+20, a restauração de áreas degradadas foi tema de discussões, onde foi previsto a existência de 150 milhões de hectares degradados no mundo (MENZ *et al.*, 2013, *apud* OLIVEIRA, 2018). Segundo Martins (2001 *apud* CASTRO, 2012), um ecossistema é considerado degradado quando perde sua capacidade de recuperação natural em decorrência de distúrbios; dependendo ainda da intensidade destes. Nesses casos, os fatores importantes para a manutenção da resiliência do ecossistema podem ser perdidos, tais como: banco de sementes e de plântulas, capacidade de rebrota das espécies, chuva de semente, entre outros; o que dificulta a regeneração natural ou a torna extremamente lenta.

Conforme Siminski *et al.* (2014) em função dessa crescente preocupação, há uma evidente tendência quanto a importância dos aspectos ecológicos da própria área a ser restaurada, sendo importante a distinção entre recuperação e restauração levando em conta os fundamentos da ecologia básica, preocupando-se com os processos interativos e sucessionais. No Sistema Nacional de Unidades de Conservação essa distinção é dada conforme a Lei nº 9.985/2000, como:

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original; (BRASIL, 2000).

A restauração florestal, segundo Brancalion *et al.*, (2012), consiste em restabelecer o ecossistema de forma biologicamente viável para que possa desenvolver-se sem mais intervenções, ou seja: criar condições para que o ecossistema tenha sustentação estrutural e funcional, e possa ser resiliente às diferentes formas de distúrbio e mantenha a sua interação ecológica com ecossistemas contínuos. Nesse sentido, essa definição é a mesma empregada pela *Society for Ecological Restoration* - SER (SER, 2004).

Segundo Botelho e Davide (2015), os métodos utilizados na restauração de ecossistemas antropizados variam conforme a intensidade do distúrbio. Para a restauração da vegetação os métodos mais indicados são a Regeneração Natural (RN) ou a Regeneração Artificial (RA), através do plantio de mudas ou sementeira direta em área total ou por sistemas de adensamento e enriquecimento. Os autores destacam que a seleção adequada entre os métodos deve ser baseada no diagnóstico detalhado da área, considerando aspectos como: a resiliência do ambiente, alterações no solo, e densidade e diversidade de espécies.

As vantagens da restauração por meio da RN são inúmeras, podendo ser ressaltadas: a interação com a paisagem local; estabelecimento de espécies adaptadas ao ambiente em questão; preservação de patrimônio genético regional (informação de origem genética das espécies); entre outras (BOTELHO; DAVIDE, 2002 *apud* BOTELHO; DAVIDE, 2015). Apesar dessas vantagens, e ainda ser a forma de restauração de mais baixo custo, o processo normalmente também é o mais lento; para alcançar objetivos de curto prazo, outras técnicas que aceleram a sucessão ecológica devem ser adotadas (CASTRO, 2012). Nesses casos, o início do processo de restauração pode se dar de forma mais eficiente pelo método de RA, por mudas ou sementeira direta, modelo mais utilizado para grandes áreas e com avançado grau de perturbação (BOTELHO; DAVIDE, 2015).

Em áreas de APPs com baixo nível de distúrbio e com existência de pecuária no entorno, recomenda-se o cercamento para evitar o acesso dos animais domésticos. Em alguns casos, essa prática já é o suficiente para promover um ambiente mais favorável ao restabelecimento da vegetação nativa (BOTELHO; DAVIDE, 2015). Caso a influência de animais domésticos não seja um problema, essa prática não é necessária, pois pode dificultar o deslocamento animais selvagens de médio/grande porte.

Atualmente a restauração de mata ciliar através do plantio de mudas ocorre somente com o uso de espécies nativas, visto que o uso de espécies exóticas, quando ainda não havia restrições técnicas ou jurídicas, resultaram em inúmeros problemas, como a competição entre espécies exóticas e nativas, o que pode levar à fragilidade, ao desaparecimento ou, até, à extinção de espécies nativas (ASSIS *et al.*, 2013; PRIMACK; RODRIGUES, 2001). O Art. 3º da Resolução nº 429/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA dispõe sobre as metodologias de recuperação de APP: “I - condução da regeneração natural de espécies nativas; II - Plantio de espécies nativas; e III - Plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas” (CONAMA, 2011).

Para verificação do sucesso da restauração ecológica, alguns fatores podem ser considerados, como: a funcionalidade dos ecossistemas restaurados, as trocas externas com a paisagem, a ausência de ameaças e a diversidade estrutural (MCDONALD *et al.*, 2016). Como comparativo para avaliação é necessária a seleção de informações de referência, as quais podem ser obtidas: no local (histórico de perturbações, solo, clima, fatores de degradação, uso atual do solo, situação atual do ecossistema) e em uma área de referência (onde não houve processos de degradação), permitindo identificar os fatores que estão impedindo a restauração ou regeneração natural (ENGEL; PARROTTA, 2003). Segundo White e Walker (1997 *apud* ENGEL; PARROTTA, 2003), um único sistema de referência é inadequado para avaliar o sucesso da restauração, dividem em três as possíveis fontes de informações: contemporâneas (atuais e obtidas no mesmo local); históricas (mesmo local, mas em épocas passadas); e contemporâneas de sítio de referência (mesma época, locais diferentes).

2.4 INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE RESTAURAÇÃO DE MATAS CILIARES

Para avaliação do sucesso de uma restauração é importante determinar critérios e indicadores que possam avaliar: as mudanças na composição de espécies (identidade e riqueza de espécies), a estrutura vegetal (altura, diâmetro e cobertura vegetal), a composição, as relações e as funções ecológicas; com isso é possível identificar se a regeneração natural do ecossistema está ocorrendo ou quais as dificuldades que impedem esse processo (CASTRO, 2012).

Segundo Ruiz-Jaen e Aide (2005 *apud* LISBOA, 2019), existem inúmeros indicadores que podem ser usados para avaliação de restauração, como: riqueza e composição de espécies, quantificação de carbono, fluxos gênicos, biomassa, densidade lenhosa, entre outros. Porém, o conjunto a ser utilizado deve representar informações importantes e relevantes quanto à diversidade, estrutura e função do ecossistema. Para a escolha desses indicadores é importante conhecer as características do ecossistema que refletem sua sustentabilidade ou funcionalidade adequada (BOTELHO; DAVIDE, 2015). Além de abranger as complexidades dos ecossistemas, também deve se levar em conta na seleção dos indicadores a facilidade de implementação e acompanhamento, o tempo disponível e os custos (DALE; BAYER, 2001 *apud* LISBOA, 2019).

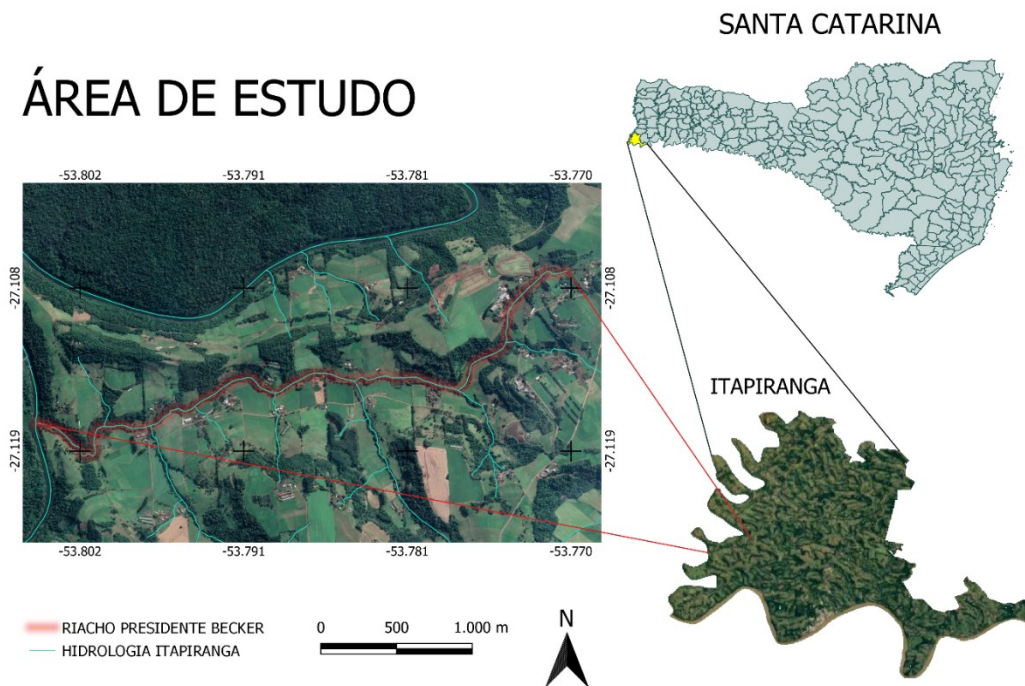
Pela grande variedade de indicadores, há uma implicação também na elevada variedade de metodologias para medição e coletas desses dados. De forma geral, os tipos de indicadores podem ser agrupados em quantitativos e qualitativos. Os indicadores qualitativos são obtidos de forma não mensurável, baseados na observação e julgamento do observador. Já os indicadores quantitativos se baseiam em mensurações de parâmetros, como altura média dos indivíduos, riqueza e diversidade de espécies, por exemplo; o que possibilita replicações das metodologias utilizadas, maior segurança e transparência do processo de avaliação, e comparações estatísticas entre diferentes áreas ou modelos, o que reduz a parcialidade das avaliações (BRANCALION *et al.*, 2012).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na faixa de mata ciliar das margens do riacho Presidente Becker, município de Itapiranga, Santa Catarina (SC). Com extensão aproximada de 4,5 km, faz parte da microbacia do rio Peperi-Guaçu. Um dos rios mais importantes que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, o Peperi-Guaçu se destaca pela sua configuração espacial, aspectos socioeconômicos, culturais, históricos e paisagísticos. A nascente e a foz do riacho situam-se nas coordenadas aproximadas: 27°6'25.85" S; 53°46'12.36" W e 27°7'2.80" S; 53°48'18.75" W, respectivamente; conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Localização do município de Itapiranga/SC na região conhecida como tríplice fronteira (com o estado do Rio Grande do Sul e com a República Argentina). Em destaque a extensão da área sobre o riacho Linha Presidente Becker



Fonte: Elaborado pela autora (2021). Fonte de dados: hidrográficos e político-administrativos, IBGE (2020); imagem de satélite, Google Earth (2021).

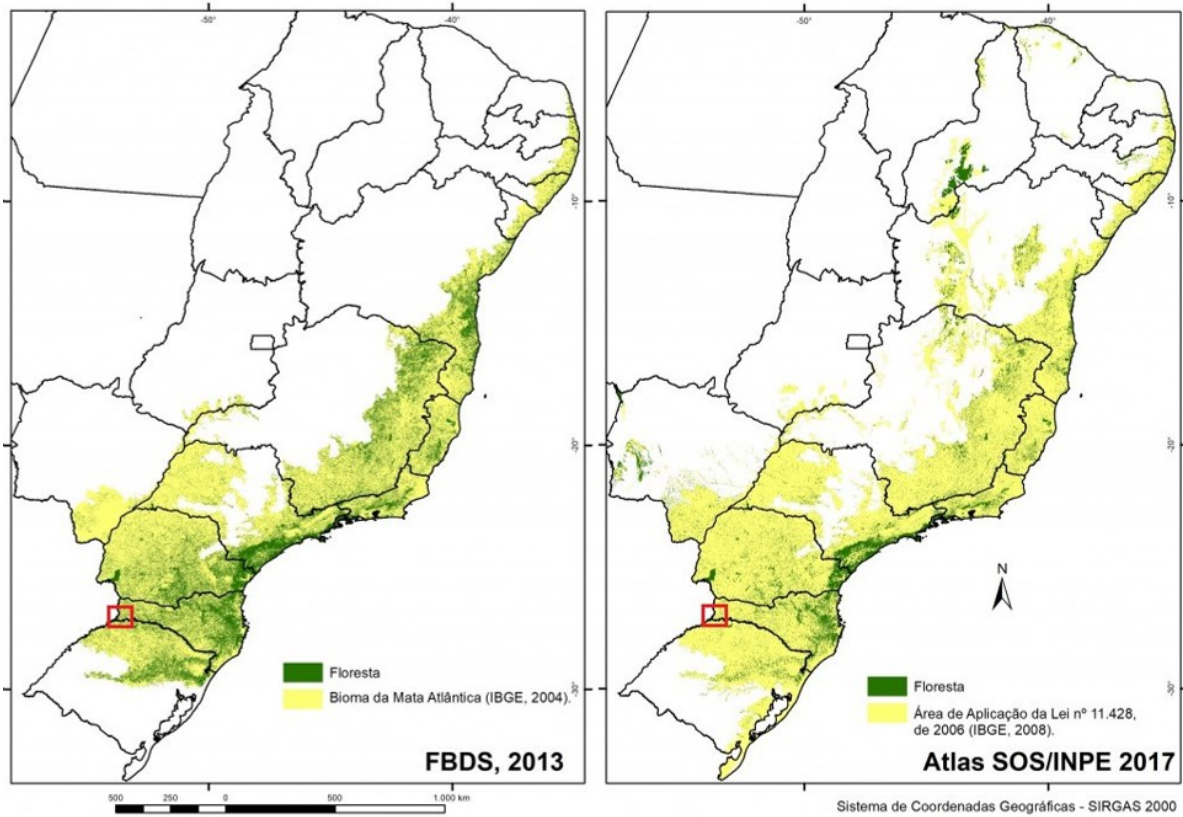
Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é subtropical úmido, com temperaturas médias no mês mais frio inferiores a 18 °C e temperaturas médias no mês mais

quente superiores a 22 °C (WREGGE *et al.*, 2012). A composição basáltica da Formação Cordilheira Alta (CPRM, 2014), o relevo ondulado a fortemente ondulado, com amplitude e média altimétrica de 286 m e 503 m respectivamente (BRASIL, 2008), e o clima influenciam diretamente na formação e distribuição dos solos no município: predominantemente dos tipos cambissolo e argissolo, esse último comumente observado ao longo de cursos hídricos (EMBRAPA/CNPS, 1998). A vegetação está inserida na formação fitoecológica da Floresta Estacional Decidual, Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2012).

O município integra a Região Hidrográfica 1, denominada Extremo Oeste; os principais rios que drenam o território do município são afluentes dos rios Uruguai e Peperi Guaçu, dos quais destaca-se o rio Macaco Branco (tributário do rio Uruguai). Segundo dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (SNIRH/ANA) para a estação fluviométrica de Itapiranga (74329000), o nível e a vazão médios do rio Uruguai em novembro/2020 foram: 101,20 cm e 543,92 m³/s, respectivamente. Ainda em relação aos recursos hídricos, ressaltam-se os fenômenos das cheias naturais do rio Uruguai, que causam problemas para o município (como a inundação ocorrida em 2014), e a poluição hídrica causada pela atividade agropecuária (ITAPIRANGA, 2015).

Na região, assim como em todo domínio do bioma Mata Atlântica, há uma visível fragmentação e degradação dos ecossistemas em razão do isolamento e redução a que os remanescentes são submetidos, principalmente pela expansão agrícola. Na Figura 2 é representada a evolução da fragmentação do bioma em curto período de tempo (2013-2017), evidenciando o quanto esse processo pode ser acelerado, principalmente na região oeste do estado de Santa Catarina.

Figura 2 – Atlas comparativo da fragmentação do Bioma Mata Atlântica, entre 2013 e 2017.



Fonte: Adaptado de SOS Mata Atlântica, 2017.

Com isso, o município de Itapiranga desenvolveu em 2006, através de ações do *Projeto Microbacias II*, um plano de restauração da mata ciliar do riacho Linha Presidente Becker (Figura 3) incluindo ações de isolamento da área, para evitar o pisoteio de animais domésticos, e o plantio de 20.000 mudas nativas selecionadas com base no ecossistema de referência (Tabela 1).

Figura 3 – Área de realização do *Projeto Microbacias II*. A e B: Riacho Presidente Becker; C: Evidência do acesso de animais domésticos à Área de Preservação Permanente (APP); D: Detalhe do isolamento da APP.



Fonte: Imagens cedidas pela prefeitura de Itapiranga-SC (2006).

Tabela 1 – Espécies nativas da Floresta Estacional Decidual selecionadas para o *Projeto Microbacias II*.

Espécie	Nome popular
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita Cavalo
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Angico Vermelho
<i>Parapiptademia rígida</i>	Angico-branco
<i>Psidium cattleianum</i>	Araça Vermelho
<i>Rollinia silvatica</i>	Araticum-do-mato
<i>Annona montana</i>	Ariticun
<i>Schinus molle</i>	Aroeira Salso
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Cabreúva
<i>Gochnatia polymorpha</i>	Cambará
<i>Peltophorun dubium</i>	Canafistula
<i>Ocotea pulchella</i>	Canela do Brejo
<i>Nectandra megapotamica</i>	Canela Louro

Continua...

Continuação...

<i>Ocotea catharinensis</i>	Canela Preta
<i>Cabralea canjerana</i>	Canjerana
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro
<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira
<i>Trema micranta</i>	Grandiúva
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grápia
<i>Myrcianthes punges</i>	Guabijú
<i>Patagonula americana</i>	Guajuvira
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabirobeira
<i>Buchenavia kleinii</i>	Garajuva
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambú
<i>Inga marginata</i>	Ingá-feijão
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê Roxo
<i>Handroanthus albus</i>	Ipê Amarelo
<i>Handroanthus albus</i>	Jaboticabeira
<i>Cordial trichotoma</i>	Louro
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Marmeleiro
<i>Bauhinia candicans</i>	Pata-de-vaca
<i>Prunus sellowii</i>	Pessegueiro-brabo
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga
<i>Britoa guazumifolia</i>	Sete-capotes
<i>Caesalpinia peotophoroides</i>	Sibipiruna
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbaúva
<i>Tipuana tipu</i>	Tipuana
<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvaia

Fonte: Listagem cedida pela prefeitura de Itapiranga-SC (2006).

3.2 MAPEAMENTO DA ÁREA

A delimitação da APP foi realizada em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), através do *software* livre QGis. Foram consideradas as alterações da largura mínima para recomposição em áreas consolidadas antes de 22 de julho de 2008, propostas pelo Novo Código Florestal, onde uma propriedade rural com até 01 módulo fiscal tem obrigação de recompor 5 m de largura e para as nascentes a recuperação de 15 m (CASTRO, 2012; CANDIOTTO; VARGAS, 2018). A metodologia utilizada para delimitação foi proposta por Ferreira e Dias (2004), na qual multiplica-se o comprimento do rio pela largura da APP (Equação 1), obtendo assim a Área de Mata Ciliar Legal (AMcL).

$$\text{AMcL} = \text{Comprimento do Rio} \times \text{Largura da Faixa legal} \quad (1)$$

Após a delimitação da área de APP, foi realizada a verificação em campo, para correção de eventuais falhas nas análises das imagens.

3.2.1 Levantamento dos fatores de degradação

No caminhar pela área de estudo foram identificados fatores de degradação que podem influenciar de forma direta ou indireta tanto a dinâmica natural do ambiente como o sucesso da restauração. Foram mapeados fatores como: acesso de animais domésticos; açudes e barragens; acúmulo de sedimentação; áreas sem mata ciliar; construções sobre/no riacho (caminhos ou pontos de captação, por exemplo); predominância de espécies exóticas; resíduos sólidos; entre outros fatores considerados pertinentes.

A identificação dos fatores ao longo da área de estudo ocorreu em saídas de campo durante o mês de agosto de 2021. Foram efetuados registros fotográficos e a coleta de coordenadas geográficas com auxílio de equipamento de posicionamento global (Garmin Etrex 10). Essas informações serviram como base comparativa de atributos espaciais e entre os indicadores da restauração na área de estudo.

3.3 AVALIAÇÃO DO PROJETO DE RESTAURAÇÃO 15 ANOS APÓS IMPLANTAÇÃO

Para avaliação da efetividade da restauração foi utilizada a metodologia adaptada da Portaria CBRN nº 01, de 17 de janeiro de 2015, da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, tendo em vista que o estado de Santa Catarina não possui um regulamento consolidado. A Portaria estabelece um Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica, previsto no artigo 16º da Resolução SMA nº 32/2014, estabelecendo valores comparativos de referência.

A Resolução SMA nº 32/2014 estabelece que o monitoramento das áreas restauradas deve ser realizado desde o início da implantação, ocorrendo aos três, cinco, dez, quinze e vinte anos após implantação, ou até que a recomposição tenha sido atingida. Vale ressaltar que desde a implantação do projeto no Riacho Presidente Becker em 2006, nenhum monitoramento foi

realizado, sendo utilizado, portanto, o valor intermediário de referência de 15 anos para avaliação da restauração.

Do mesmo modo são definidos valores de comparação para cada tipo de vegetação, especificando quais indicadores devem ser utilizados para cada formação florestal. Para o presente trabalho são considerados todos os indicadores e valores indicados pela Resolução SMA nº 32/2014 para Florestas Estacionais (Tabela 2): 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).

Tabela 2 – Valores de referência para monitoramento dos projetos de restauração ecológica.

Florestas Estacionais com nível de adequação de 15 anos			
Indicador	Nível de adequação		
	Crítico	mínimo	adequado
Cobertura do solo com vegetação nativa regenerante (%)	0 a 70	70 a 80	acima de 80
Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)	0 a 2000	2000 a 2500	Acima de 2500
Número de espécies regenerantes (nº spp.)	0 a 20	20 a 25	Acima de 25

Fonte: Adaptada de São Paulo, 2014.

Para indicadores que apresentam o nível de adequação crítico, considera-se que não foram atingidos os valores mínimos esperados, sendo necessárias readequações no projeto por meio de ações corretivas. Aos valores que atingirem o nível mínimo, estão dentro da margem de tolerância no cumprimento das exigências mínimas, mas com valores inferiores aos esperados, indicando a necessidade de ações corretivas para não comprometer os resultados futuros. Para que o sucesso da restauração seja considerado como atingido, ou esperado para a restauração após 15 anos da implantação, os valores devem estar dentro do intervalo adequado (SÃO PAULO, 2014).

Segundo a Portaria CBRN nº 01/2015, a quantidade de parcela é definida de acordo com área total do projeto em hectares, somado de quatro unidades, limitado por no máximo 50 unidades amostrais (Tabela 3).

Tabela 3 – Cálculo do número (N) de parcelas por projeto

Área do projeto (ha) = A	Nº de parcelas amostrais
$A \leq 1$	5
$A > 1$	nº de hectares + 4

Fonte: SÃO PAULO, 2015

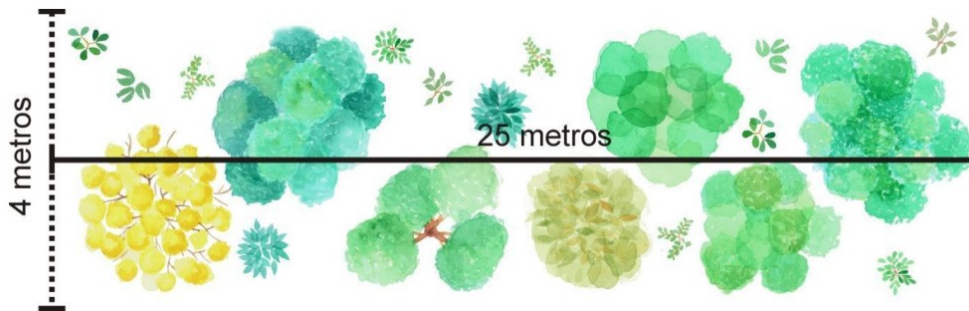
3.3.1 Definição das unidades amostrais

Em ambiente de SIG, a APP da área de estudo foi segmentada em polígonos longitudinais seguindo ambas as margens do curso hídrico; cada polígono abrangeu uma área de 100 m² (4 m x 25 m). Concluída a segmentação, foram selecionadas unidade amostrais (parcelas) em número representativo (seguindo a Resolução SMA nº 32/2014) através da aplicação de um “sorteio controlado”; no qual, tomou-se o cuidado para que a seleção abrangesse toda extensão da área de estudo, evitando a seleção de parcelas contíguas ou a concentração de mais de 50% das parcelas em um determinado trecho do curso fluvial (alto, médio ou baixo).

3.3.2 Levantamento dos dados

Cada parcela teve o tamanho fixo de 100 m², com 25 m de comprimento e 4 m de largura. A Portaria CBRN nº 01/2015 recomenda, ainda, que primeiramente seja definida com uma trena a linha amostral (a partir das coordenadas geográficas definidas no mapeamento), e na sequência a largura da parcela seja fixada em dois metros para cada lado da linha amostral, conforme Figura 4 (SÃO PAULO, 2015).

Figura 4 – Vista aérea da parcela amostral.



Fonte: SÃO PAULO, 2015.

Para facilitar a delimitação das parcelas, foi utilizada uma corda de 25 m, fixada com estacas nas extremidades centrais e uma vareta de 2 m, que serviu como guia para os levantamentos dos dois lados da parcela, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Materiais utilizados para delimitação e levantamentos das parcelas.



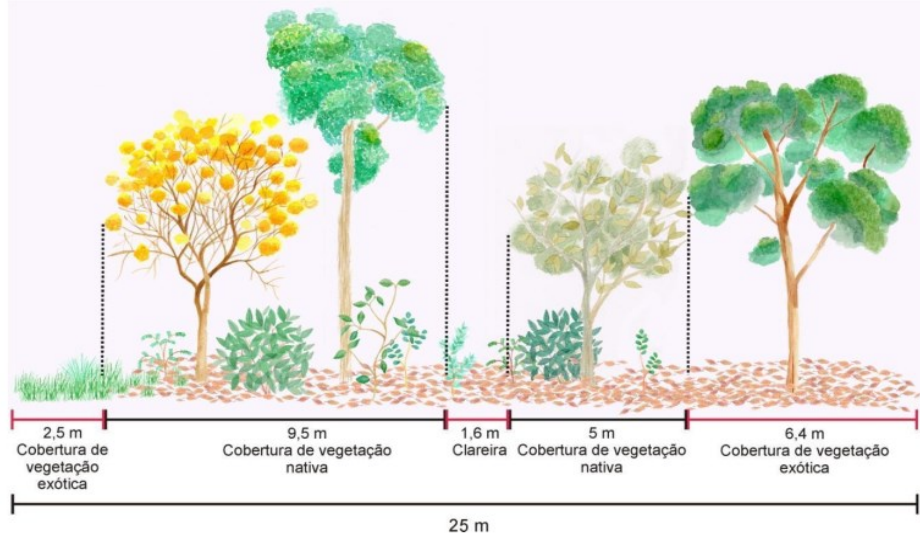
Fonte: Autora, 2022.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: cobertura do solo com vegetação nativa regenerante; densidade de indivíduos nativos regenerantes; e número de espécies nativas regenerantes.

3.3.2.1 Cobertura do solo com vegetação nativa

O indicador de cobertura do solo com vegetação nativa, é obtido através da soma das medidas dos trechos da linha amostral cobertos por vegetação nativa (m), proporcionais ao comprimento da linha (25 m), conforme Figura 6, que exemplifica uma cobertura de 14,5 m (58% da linha amostral).

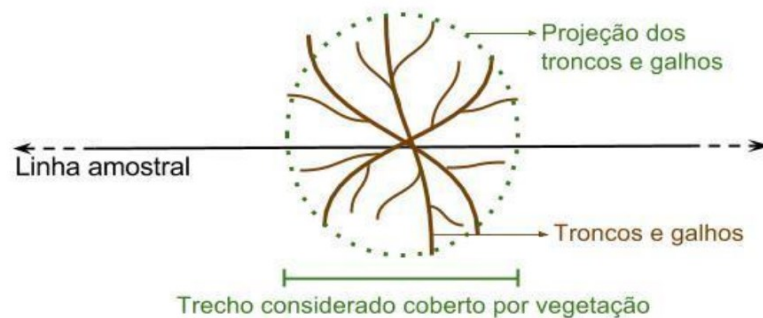
Figura 6 – Esquema de avaliação do indicador de cobertura do solo com vegetação nativa, representando uma soma de 14,5 m ou 58% de cobertura na linha amostral.



Fonte: SÃO PAULO, 2015.

Para o levantamento, deve ser medido com trena os trechos cobertos pela vegetação, sem contar a cobertura com espécies exóticas (apenas em casos que se permite plantio intercalado), medindo-se a extensão da linha coberta pela projeção dos troncos e galhos da árvore, especialmente para presença de árvores caducifólias, conforme Figura 7.

Figura 7 – Esquema da utilização da projeção dos troncos e galhos das árvores para medição da cobertura.



Fonte: SÃO PAULO, 2015.

A soma dos trechos representando a projeção das copas em relação ao comprimento total da parcela (25m), é usada para calcular a porcentagem (%) da cobertura na parcela, conforme Equação 3. O valor desse indicador será a cobertura média considerando todas as parcelas, calcula por meio da Equação 4.

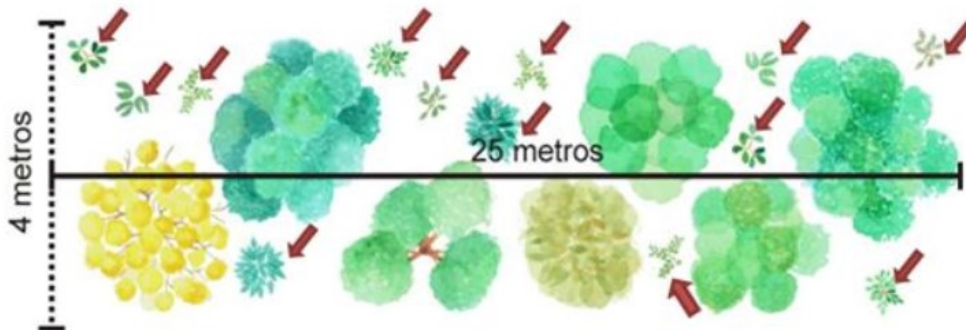
$$\text{Cobertura em cada parcela (\%)} = \frac{(\text{trecho1}+\text{trecho2}+\dots+\text{trechon})\cdot 100}{25} \quad (3)$$

$$\text{Indicador de cobertura (\%)} = \frac{(\text{trecho1}+\text{trecho2}+\dots+\text{trechon})\cdot 100}{25} \quad (4)$$

3.3.2.2 Densidade de indivíduos nativos regenerantes

Esse indicador mede a quantidade de indivíduos nativos regenerantes de espécies lenhosas por hectare. Conta-se apenas os indivíduos com altura igual ou maior que 50cm e com circunferência a altura do peito menor que 15cm ($H \geq 50\text{cm}$ e $\text{CAP} < 15\text{cm}$), conforme Figura 8. Não é necessária a mensuração exata da altura dos indivíduos.

Figura 8 – Representação de uma parcela com 13 indivíduos nativos regenerantes



Fonte: SÃO PAULO, 2015.

Todos os indivíduos lenhosos especificados são contados dentro de cada parcela e convertidos para o número de indivíduos por hectare (ind./ha), dividindo-se o número de indivíduos na parcela por sua área em hectares, conforme Equação 5. O indicador da densidade é determinado pela média das parcelas, calculado conforme Equação 6.

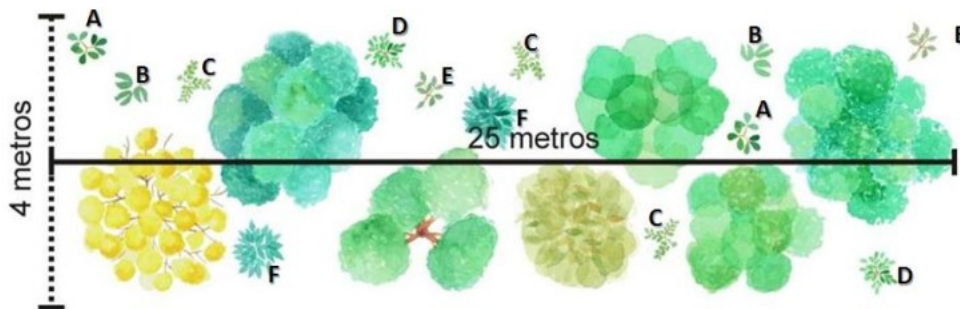
$$\text{Densidade na parcela (ind./ha)} = \frac{n^{\circ} \text{ de indivíduos encontrados na parcela}}{0,01} \quad (5)$$

$$\text{Indicador da densidade (ind./ha)} = \frac{\text{dens.parc.1}+\text{dens.parc.2}+\dots+\text{dens.parc.n}}{n} \quad (6)$$

3.3.2.3 Número de espécies nativas regenerantes

Esse indicador representa a quantidade total de espécies lenhosas regenerantes e nativas encontradas na parcela. O levantamento é feito em forma de lista, onde uma mesma espécie não é contada duas vezes na mesma unidade amostral, mesmo que esteja presente em mais de uma parcela. Na contagem são considerados todos os indivíduos com altura igual ou maior a 50 cm e circunferência à altura do peito menor que 15 cm ($H \geq 50$ cm e $CAP < 15$ cm), conforme Figura 9.

Figura 9 – Representação de uma parcela com 13 indivíduos nativos regenerantes



Fonte: SÃO PAULO, 2015.

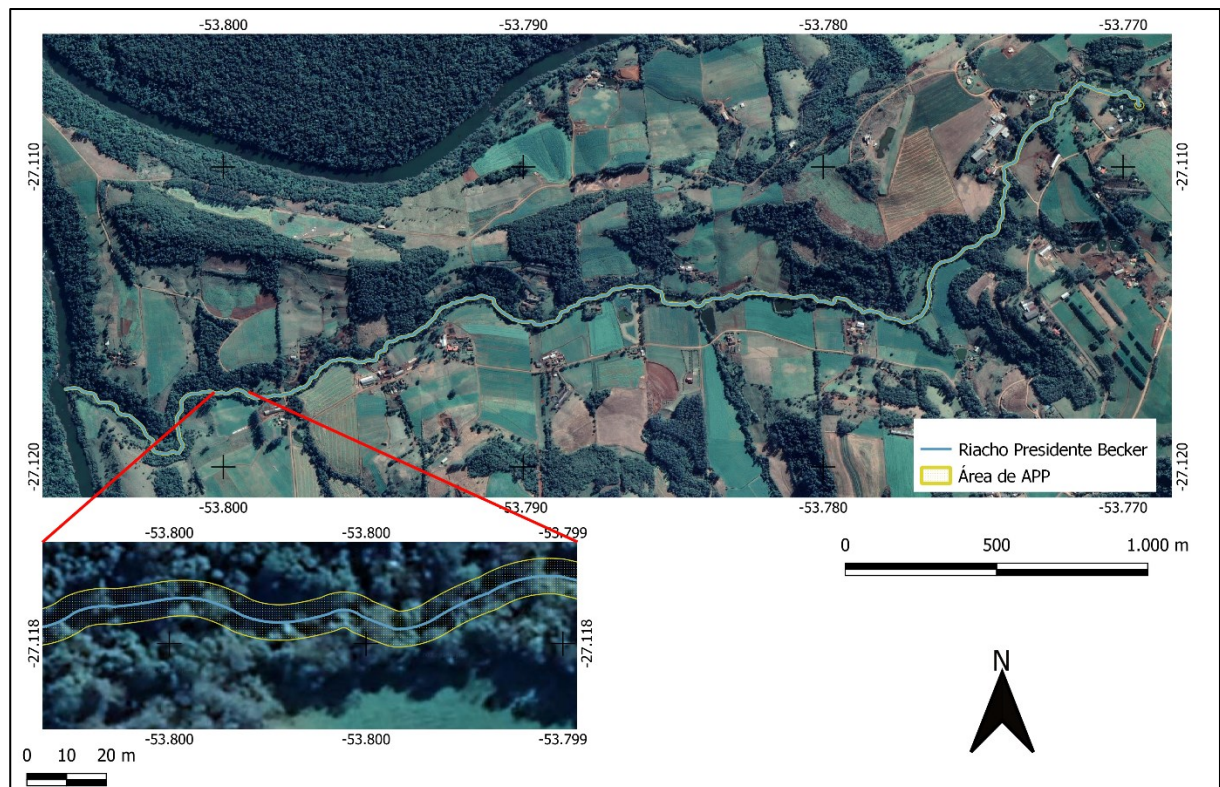
Para Brancalion (2012), esses indicadores quantitativos, através da mensuração de parâmetros determinados, reduz a participação do avaliador nos resultados, possibilitando uma aplicação do método com maior segurança e transparência no processo; ainda é possível realizar comparações estatísticas, diminuindo ainda mais a parcialidade na avaliação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MAPEAMENTO DA ÁREA DE APP

Para delimitação da Área de Preservação Permanente (APP), foi considerada que todas as propriedades rurais possuem menos de 1 módulo fiscal, com obrigatoriedade de recompor 5 m de cada lado da margem do riacho e 15 m para a nascente (Figura 10). Seguindo a metodologia proposta por Ferreira e Dias (2004), multiplicando o comprimento do rio pela largura da APP, a área total de recomposição é equivalente a 4,6 há, sendo o comprimento de 4,6 km.

Figura 10 – Mapa da delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

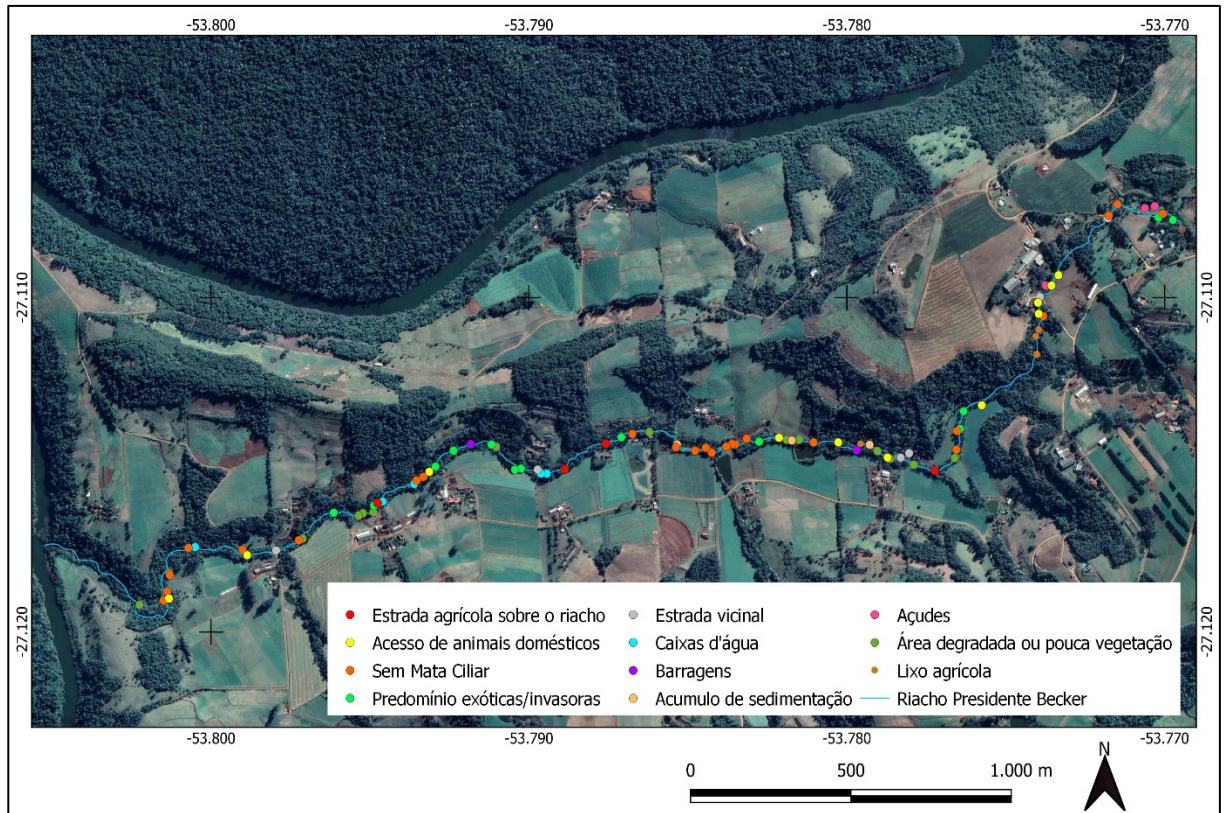


Fonte: Elaborado pela autora, 2022. Fonte de dados: hidrográficos, IBGE (2020); imagem de satélite, Google Earth (2021).

4.2 FATORES DE DEGRADAÇÃO

Por meio do caminhamento pela área de APP, diversos fatores de degradação foram observados, conforme observa-se no mapa da Figura 11.

Figura 11 – Mapa dos fatores de degradação.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022. Fonte de dados: hidrográficos, IBGE (2020); imagem de satélite, Google Earth (2021).

Ao todo, os fatores foram classificados em 11 categorias, com número total de 114 ocorrências (Tabela 4). O fator mais significativo é relativo ao número de áreas com supressão total da mata ciliar, representando 29,82%, seguido das áreas com pouca vegetação e visível degradação, com 15,79%. As áreas com predominância de espécies exóticas representaram 10,53%, resíduos agrícolas ou lixo constituiu 11,40%, acesso de animais domésticos contou com participação de 9,65% e as demais classes juntas corresponderam a 22,81% das ocorrências.

Tabela 4 – Levantamento dos fatos de degradação e ocorrência.

FATORES DE DEGRADAÇÃO	Nº DE OCORRÊNCIAS	PROPORÇÃO (%)
Acesso de animais domésticos	11	9,65
Açudes	2	1,75
Acúmulo de sedimentação	6	5,26
Área sem mata ciliar	34	29,82
Barragens	3	2,68
Caixas d'água	5	4,39
Estrada agrícola sobre o riacho	4	3,51
Estradas vicinais	6	5,26
Predominância de espécies exóticas	12	10,53
Resíduos agrícolas/Lixo	13	11,40
Visível degradação/Pouca vegetação	18	15,79
TOTAL	114	-

Fonte: Autora, 2022.

Analisando a Tabela 4, o resultado proporcionado pela interação entre os fatores de degradação com supressão total ou pouca vegetação (52 ocorrências) foram os mais representativos. As áreas no entorno ou sobrepostas à Área de Preservação Permanente apresentam alguma atividade antrópica, o que causa pressão sobre vegetação; entre essas atividades, constam áreas de pastagem, tráfego de animais ou habitações rurais (Figura 12).

Figura 12 – Áreas sem mata ciliar ou pouca cobertura de vegetação. A: Área com pouca vegetação; B: Área sem mata ciliar e com tráfego de animais; C: Área com pouca vegetação e presença de lavoura; D: Área sem mata ciliar e com presença de edificações residenciais.



Fonte: Autora, 2021.

Para Siminski *et al.*, (2014) as áreas de floresta estacional decidual, sofreram grande degradação do solo e perdas consideráveis em sua fauna e flora, pela submissão a atividades agrícolas e pastoris. Como evidenciado nos levantamentos dos fatores de degradação, além dos agentes já citados, o desmoronamento e, conseqüente, tombamento de indivíduos arbóreos, devido à abertura de novas áreas para uso agrícola, é outra causa das áreas sem mata ciliar ou pouca vegetação (Figura 13).

Figura 13 – Áreas sobre pressão por abertura nas adjacências de novas áreas agrícolas.



Fonte: Autora, 2021.

Em consequência da supressão da proteção natural, ocorre a exposição do solo e aceleração de processos erosivos, o que ocasiona a diminuição da serapilheira, do banco de sementes, nutrientes e microrganismos (Neres *et al.*, 2015), bem como modificações nas propriedades químicas, físicas, biológicas e estruturais do solo, tornando a perda de matéria orgânica uma das principais consequências da degradação e fator limitante dos processos sucessionais (REIS *et al.*, 2003).

A expansão inadequada de novas áreas de cultivo tem ocasionado grande movimentação de solo e matéria orgânica em alguns pontos, sobretudo em locais onde foi conduzida a abertura de novas vias/caminhos para o tráfego de maquinário sobre o riacho (Figura 14). Ao todo, foram diagnosticados quatro pontos com movimentação de maquinário agrícola sobre o córrego.

Figura 14 – Vias/Caminhos rurais sobre o curso hídrico.



Fonte: Autora, 2021.

Os efeitos dessa prática possivelmente a torna um dos fatores mais preocupantes entre os observados, pela sequência de processos negativos que desencadeia. A supressão da vegetação nativa associada à movimentação intensa de solo, causam a sua compactação, dando origem a processos de erosão, com o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos através da drenagem e escoamento superficial. Em decorrência disso, sucedesse o efeito do assoreamento, que tende a reduzir o volume e a taxa de renovação do oxigênio da água (TAMBOSI *et al.*, 2015).

O acúmulo de matéria orgânica pode causar a eutrofização do ambiente aquático, devido ao aumento na demanda bioquímica de oxigênio (DBO) pelos decompositores; ou seja, aumenta a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica pelos microrganismos, resultando em uma diminuição da concentração de oxigênio no ambiente hídrico, levando a morte dos organismos aquáticos aeróbios, como peixes e algas. (SOUZA, R. R. *et al.*, 2007)

Para Melo e Rezende (2021), as atividades agropecuárias, o desmatamento, a utilização da água e a alteração do curso dos rios, são fatores de interferência direta nos processos de erosão e transporte de sedimentação para os sistemas fluviais. Fato comprovado nas observações a campo, visto que os pontos coletados com acúmulo de matéria orgânica ficaram próximos aos locais com tráfego agrícola (seis observações *in loco*). Outro fator de influência para o acúmulo de sedimentos diz respeito às pequenas barragens construídas para

captação, interferindo diretamente no fluxo e velocidade da água, conforme exemplificados na Figura 15.

Figura 15 – Acúmulo de sedimentação e barragem de captação de água.



Fonte: Autora, 2021.

Todos esses fatores interferem na efetividade dos serviços ambientais prestados pelas matas ciliares. Porém, os já citados não são os únicos agentes de degradação. Mesmo com o cercamento da área de APP com a implantação do projeto, muitos locais não apresentaram sequer resquícios das cercas, com isso, o acesso de animais domésticos é facilitado; fato significativo observado em 11 pontos, conforme exemplificado na Figura 16.

Figura16 – Acesso de animais domésticos.



Fonte: Autora, 2021.

É possível observar, na primeira imagem à esquerda, que além da supressão de toda mata ciliar, o acesso de animais é frequente, visto que a área foi transformada em um “piquete” para o gado, além disso a direção do curso hídrico é interrompida para o abastecimento dos açudes.

Para Tomaz e Dias (2011), estudos indicam que a preferência por zonas ripárias, para esse tipo de atividade, ocorre devido à acessibilidade para dessedentação dos animais, maior disponibilidade de forragem e conforto térmico. Em decorrência disso, as áreas de mata ciliar sofrem com o pisoteio, afetando de forma direta e indireta a hidrologia e geomorfologia local, impactando desde as nascentes até a foz dos cursos hídricos, expondo essas áreas à atuação de processos erosivos. Os elementos que são removidos das margens por erosão ou pisoteio direto, modificam o canal fluvial e transporte de partículas, resultando na remodelagem da paisagem fluvial.

O acesso de animais também restringe o estabelecimento de espécies arbóreas condicionando a área aos processos descritos anteriormente, como observado em campo, pois os animais alimentam-se das folhas das mudas, bem como pisoteiam as plântulas e compactam o solo, dificultando a germinação, crescimento e regeneração (WILSON, 1994).

Adicionalmente, a degradação ambiental, impulsionada em parte pelos agentes degradantes discutidos até o momento, configura-se também como um dos fatores importantes no auxílio do estabelecimento de espécies exóticas invasoras. Visto que a maioria dessas espécies se estabelecem em condições de ambientes recém alterados, sendo proporcional sua taxa de dispersão ao grau de perturbação da área. Devido a suas vantagens competitivas, pela alta capacidade de proliferação, crescimento e dispersão em relação as espécies nativas, acabam afetando a biodiversidade dos fragmentos florestais (MMA, 2006).

Segundo a Fundação do Meio Ambiente - FATMA (2016), alterada em 2017 pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA): a primeira grande causa da perda de biodiversidade global, é a conversão de áreas naturais para ocupação humana, agricultura, pecuária, entre outros; e a segunda causa é justamente a invasão de espécies exóticas, com impactos comparativos a potenciais efeitos de mudanças climáticas. Na área de estudo, ao menos 12 pontos com espécies exóticas foram perceptíveis, sendo duas predominantes, *Bambusa tuldoides* (Bambu) e *Hovenia dulcis* (Uva-japão) (Figura 17).

Figura 17 – Predomínio de espécies exóticas. A: *Hovenia dulcis*; B: *Bambusa tuldooides*.



Fonte: Autora, 2021.

No geral os bambus apresentam alto potencial invasor, com crescimento agressivo e superioridade competitiva, alterando a estrutura e a dinâmica natural (SILVÉRIO *et al.*, 2010). Sua presença em remanescentes florestais está associada à mudanças no crescimento, mortalidade e recrutamento de novos indivíduos nativos. Como resultado direto da alteração em clareiras naturais e competição por recursos essenciais, reduzem a diversidade biológica, interferindo nos processos de sucessão e se tornando uma ameaça na conservação e restauração de florestas.

Porém a maior preocupação é em relação a *Hovenia dulcis* (Uva-japão), espécie introduzida no país após a segunda metade do século passado. Usada principalmente como sombreamento para granjas de animais confinados e quebra-vento, sobretudo no oeste do estado de Santa Catarina; hoje é considerada uma das principais espécies invasoras da Floresta Estacional Decidual. Caracterizada pela alta taxa de germinação e crescimento, grande tolerância ao sombreamento, além de portar substâncias alelopáticas em suas folhas e frutos, fazendo com que ocorra uma inibição no desenvolvimento de outras plântulas, alteração da serrapilheira e abertura do dossel, mecanismos considerados importantes nos processos de invasão biológica de espécies exóticas (SCHIMIDT, 2018). Diversos estudos apontam que, pela capacidade de formar populações dominantes, a *H. dulcis* tem grande potencial em impactar o funcionamento dos ecossistemas que invade, influenciando diretamente na regeneração natural de espécies nativas (BOENI, 2011; LAZZARIN *et al.*, 2015). Tornando necessário seu controle e contenção para evitar maior dominância em áreas de florestas nativas (FATMA, 2016).

A espécie está enquadrada na categoria II da Lista de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina e seu uso, manejo e cultivo estão sujeitos a normatizações e condições específicas. Além de especificações sobre seu cultivo, propagação, comercialização, transporte e posse, sua soltura em ambiente natural sem um plano de controle é proibida (FATMA, 2016).

Outro vestígio de impactos antrópicos identificado na área, com treze registros, foi a presença de resíduos agrícolas. Em sua maioria, foram observados recipientes, possivelmente, de agrotóxicos, e embalagens plásticas, como as utilizadas em bolsas de pré-secados, que servem como alimentação para gado (Figura 18).

Figura 18 – Resíduos e embalagens de produtos agrícolas.



Fonte: Autora, 2021.

Os impactos causados ao ambiente pela produção agrícola têm impactado a sobrevivência da vida aquática pela presença e contaminação por substâncias tóxicas, degradando a qualidade da água e podendo torná-la imprópria para consumo. Responsável pela modificação de características físicas, químicas e biológicas dos recursos hídricos na área de estudo (DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014), os efeitos degradantes das atividades agrícolas na área de estudo são perceptíveis pela perda de biodiversidade e diminuição da qualidade dos corpos d'água.

Em alguns pontos foram encontradas ainda, caixas d' água de captação para consumo nas propriedades. Algumas dessas estruturas atuam como fatores de degradação, nos casos onde houve o abandono, como representado na imagem A da Figura 19, sendo computados para esse fator.

Figura 19 – Resíduos e embalagens de produtos agrícolas.



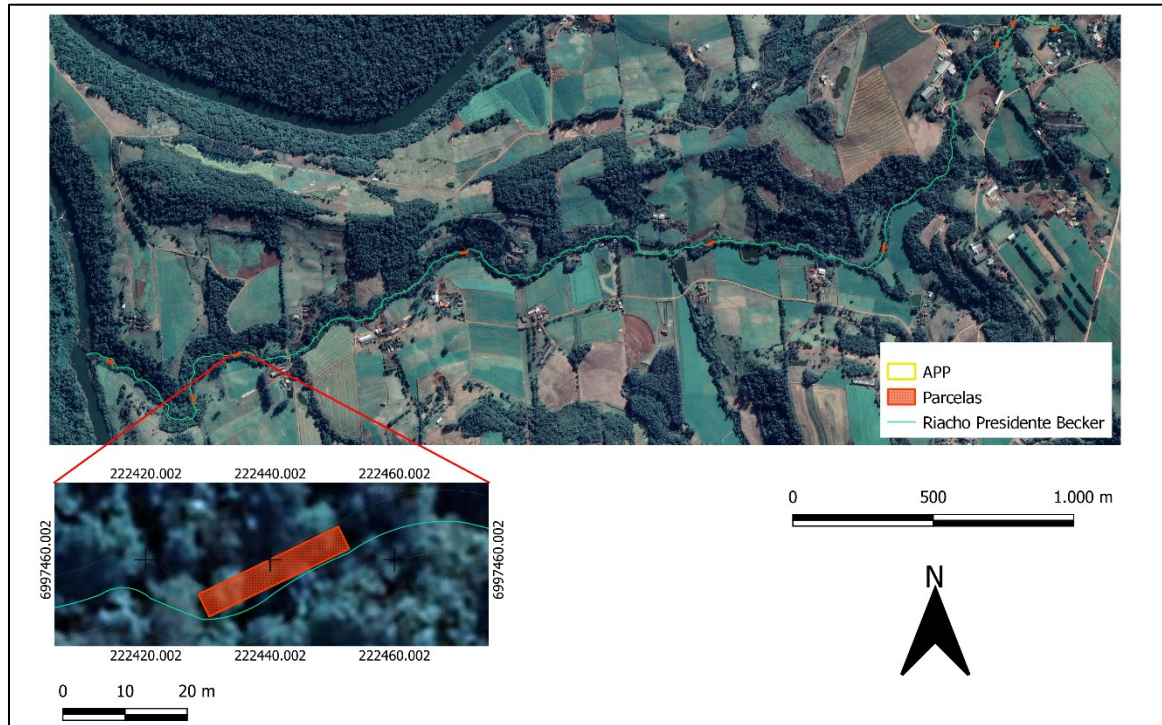
Fonte: Autora, 2021.

As caixas d'água em funcionamento, como no caso da imagem B na Figura 19, não foram consideradas como fatores de degradação. O uso da água para consumo da propriedade, reforça a importância da preservação da mata ciliar, que contribui com a diminuição dos impactos que hoje afligem a Humanidade, como efeito estufa, mudanças climáticas, escassez de água para comunidades locais bem como a qualidade da mesma.

4.3 AVALIAÇÃO DA RESTAURAÇÃO

Após a delimitação da APP do riacho (Figura 10), foi possível verificar que a área de estudo possui aproximadamente 4,6 ha. Foram selecionadas nove parcelas, totalizando 900 m². Todos os vértices das parcelas foram delimitados para melhor visualização e georreferenciadas, conforme Figura 20.

Figura 20 – Mapa das unidades amostrais.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022. Fonte de dados: hidrográficos, IBGE (2020); imagem de satélite, Google Earth (2021).

Com o levantamento dos dados, pode-se observar que houve uma grande variação de amplitude para os valores encontrados nas parcelas, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Índices calculados a partir dos valores obtidos em campo.

Indicadores	Cobertura do solo (%)	Densidade (indivíduos/ha)	Diversidade (nº espécies)
Valor máximo	91,4	16.100	26
Valor mínimo	5,4	600	4
Média	67,4	5.822	15
Mediana	76,6	4.800	16

Fonte: Autora, 2022.

O indicador densidade de indivíduos regenerantes, foi o único onde 50% das parcelas apresentaram valores inferiores à média calculada, tendo uma variação entre 600 a 16.100 indivíduos por hectare. Para cobertura de solo as porcentagens variaram de 5,4 a 91,4 %, com média de 76,6%. A diversidade teve uma média calculada de 15 espécies por parcela, sendo que 50 % delas apresentaram valores superiores à média.

Vale ressaltar que esses valores apenas expressam a variabilidade dos dados coletados em campo. A seguir serão apresentados os resultados encontrados para cada indicador, conforme a metodologia da Portaria CBRN 01, para área de APP do Riacho Presidente Becker (que se encontra a aproximadamente 16 anos em processo de restauração).

4.3.1 Cobertura do solo com vegetação nativa

Para a classificação desse indicador, a resolução estabelece a avaliação de espécies lenhosas na cobertura do solo por copa (SÃO PAULO, 2014). Dessa forma, o indicador para área em restauração apresentou o valor 67,44% com solo coberto (Tabela 6). Considerando os valores de referência propostos pela resolução SMA nº 32/2014 para Florestas Estacionais, a área encontra-se em nível crítico de cobertura, estando a abaixo de 70%. Para áreas com mais de 15 anos de restauração, os valores mínimos esperados deveriam se enquadrar na amplitude de 70-80%, sendo que o adequado estaria acima de 80% de solo coberto por espécies regenerantes.

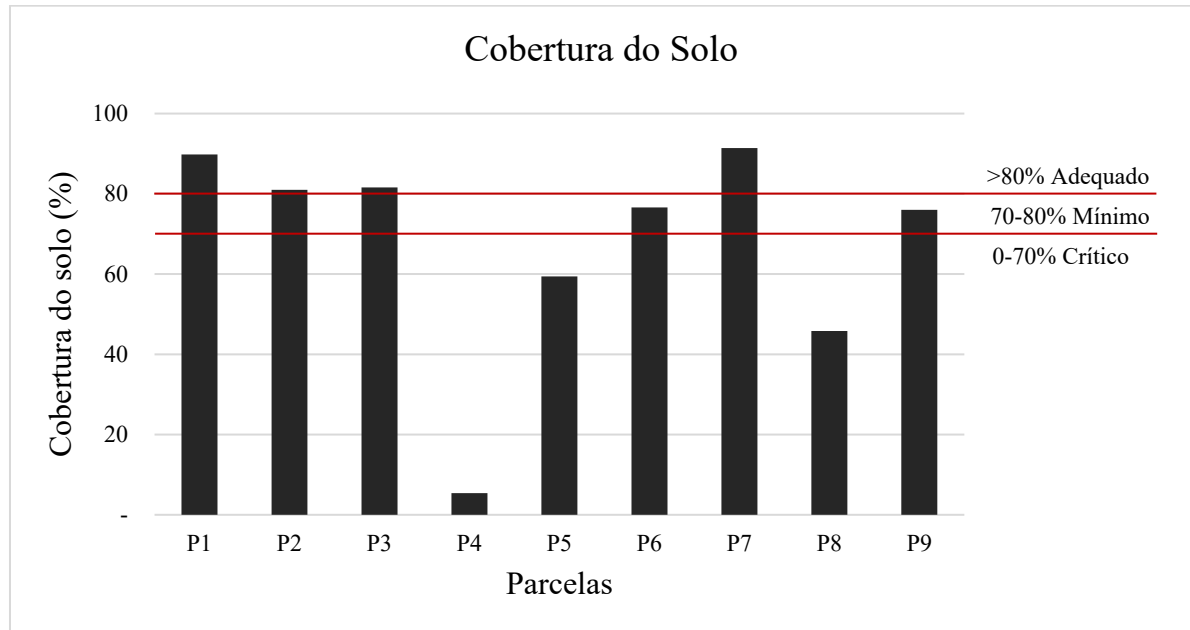
Tabela 6 – Índice de cobertura do solo.

Parcela	Cobertura de solo (%)
P1	89,80
P2	81,00
P3	81,60
P4	5,40
P5	59,40
P6	76,60
P7	91,40
P8	45,80
P9	76,00
Indicador	67,44

Fonte: Autora, 2022.

Ao analisar separadamente as parcelas amostradas, três delas apresentaram cobertura abaixo do valor de referência crítico, representando 33,3% do total de parcelas. Em contrapartida, quatro parcelas encontram-se em nível adequado, acima de 80% de cobertura, representando 44,4%. As demais parcelas, em nível mínimo esperado, perfazem 22,2% (Figura 21).

Figura 21 – Cobertura do solo por copa de indivíduos regenerantes.



Fonte: Autora, 2022.

Neste contexto, a cobertura do solo com vegetação nativa, não deve ser concluída apenas levando em consideração o valor do indicador pela área total, visto que há diferenças consideráveis entre as parcelas. É perceptível que o valor encontrado na P4 apresenta uma realidade discrepante se comparada com as demais, influenciando o valor final do indicador (em razão do cálculo ser dado pela média entre as parcelas).

Em um estudo semelhante realizado por Nascimento *et al.* (2016), os autores apontam que cada área apresenta uma especificidade e deve ser interpretada de forma ampla. Mesmo que uma área apresente resultados superiores a outra, não significa que seja melhor no quesito dos indicadores; por exemplo: uma área pode apresentar maior cobertura do solo por indivíduos regenerantes, porém ter menos diversidade de espécies. Nesse sentido, é possível fazer a mesma analogia para as parcelas na área de estudo.

É importante enfatizar que, para o valor de cobertura do solo, não foram consideradas outras formas de vegetação nativa, visto que não faz parte do método adotado. Caso fossem consideradas, acredita-se que, possivelmente, o valor para esse indicador encontrado para área total estaria em conformidade com os valores de referência mínimos ou até mesmo adequados. Na Figura 22 estão representadas duas situações observadas a campo, uma única parcela com presença de gramíneas e outra parcela representando a situação encontrada nas demais.

Figura 22 – Representação da cobertura do solo com vegetação nativa: a esquerda, presença generalizada de gramíneas na superfície do solo (realidade de uma única parcela); à direita, ausência generalizada de gramíneas na superfície do solo (realidade das demais parcelas).



Fonte: Autora, 2022.

4.3.2 Densidade de indivíduos nativos regenerantes

A densidade total encontrada nas nove unidades amostrais foi de 524 indivíduos regenerantes, convertendo-se no valor do indicador de 5.822 ind./ha. Contrapondo o resultado obtido com os níveis de adequação descritos pela resolução, para áreas com mais de 15 anos de restauração, é possível verificar que área se encontra adequada (valor superior a 2.500 ind./ha) (Tabela 7).

Tabela 7 – Densidade de indivíduos regenerantes.

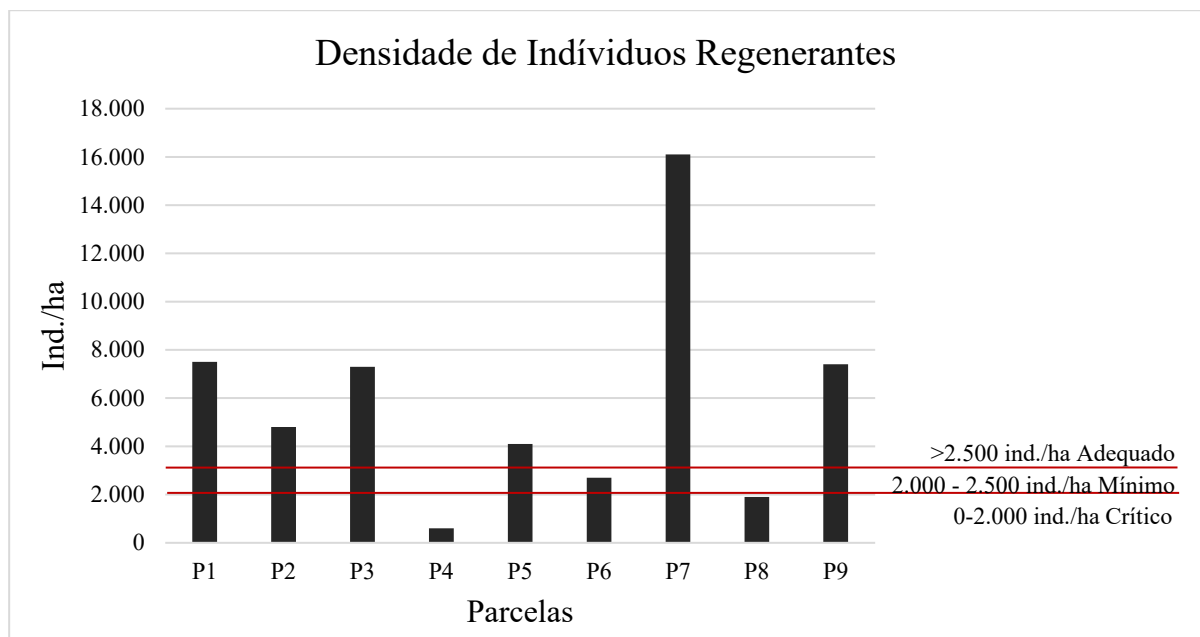
Parcela	Nº de Ind.	Densidade Ind./há
P1	75	7.500
P2	48	4.800
P3	73	7.300
P4	6	600
P5	41	4.100
P6	27	2.700
P7	161	16.100
P8	19	1.900
P9	74	7.400
Indicador	-	5.822

Fonte: Autora, 2022.

É possível observar que superou consideravelmente o valor de referência (>2.500 ind./ha), mostrando que, pelos impactos identificados, a recomposição da área em restauração é efetiva, mas corre de forma assimétrica. Áreas com maior densidade de indivíduos por hectare são propensas a apresentarem maior riqueza de espécies, justificando os processos de restauração, visto que possibilita a criação de ambientes favoráveis ao estabelecimento e adaptação de novos indivíduos, assegurando uma alta diversidade de espécies (BRANCALION *et al.*, 2012).

Analisando individualmente as unidades amostrais, verifica-se que: apenas duas parcelas encontram-se em nível crítico de adequação, representando 22,2%; uma parcela em nível mínimo esperado, 11,1% da área amostrada; e seis parcelas que apresentaram valores acima de 2.500 ind./ha, correspondendo a 66,7% das unidades amostrais (Figura 23).

Figura 23 Densidade de indivíduos regenerantes.



Fonte: Autora, 2022.

4.3.3 Número de espécies nativas regenerantes

Atentando para a possibilidade de comparações com o protocolo de monitoramento utilizado, após a identificação dos indivíduos coletados a campo, as espécies arbustivas e exóticas foram excluídas das análises, permanecendo apenas espécies arbóreas nativas. Ao

todo, foram contabilizados 511 indivíduos na área amostrada (900 m²), correspondentes a 56 espécies; das quais 46 foram distribuídas em 21 famílias e 10 ficaram sem identificação. Com intuito de uma melhor análise da área em restauração, as espécies identificadas foram descritas ainda por sua categoria de sucessão (Tabela 8).

Tabela 8 – Relação de espécies arbóreas nativas com características ecológicas. GE: Grupo ecológico; P: Pioneira ou secundária inicial; NP: Secundária tardia ou clímax; * Não identificadas.

Nome científico	Família	GE	Nº Indv.
<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	Myrtaceae	P	1
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	NP	58
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss.&Cambess.)Hieron. ex Niederl.	Sapindaceae	P	7
<i>Anadenanthera Macrocarpa</i>	Fabaceae	P	1
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H	Annonaceae	P	6
<i>Annona sylvatica</i>	Annonaceae	P	2
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae	P	17
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Rutaceae	NP	16
<i>Bauhinia forticata</i> Link	Fabaceae	P	3
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	NP	6
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Myrtaceae	NP	8
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	P	1
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	P	4
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Ness & Mart.) Koster	Lauraceae	NP	5
<i>Cordia americana</i> Gottshling & J.E.Mill.	Boraginaceae	NP	5
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	P	16
<i>Enterolobium contorstisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Fabaceae	P	4
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	Erythroxylaceae	NP	2
<i>Erytrina falcata</i> Benth	Fabaceae	P	12
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Myrtaceae	NP	1
<i>Eugenia pyriformis</i>	Myrtaceae	NP	1
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	P	1
<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	P	16
<i>Lonchocarpus campestres</i>	Fabaceae	P	7
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. Ex Benth	Fabaceae	P	7
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	Fabaceae	P	1
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Malvaceae	P	3
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC) Vogel	Fabaceae	P	5
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> subsp. <i>Floccosum</i>	Asteraceae	P	7

Continua...

Continuação...

<i>Myracrodruon balansae</i>	Anacardiaceae	P	2
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Polygonaceae	NP	6
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem.& Schult.	Primulaceae	P	1
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Lauraceae	NP	40
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Lauraceae	NP	47
<i>Ocotea catarinenses</i>	Lauraceae	NP	5
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan.	Fabaceae	NP	1
<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae	NP	9
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	NP	7
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn	Polygonaceae	NP	2
<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schltdl.	Adoxaceae	P	5
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	NP	3
<i>Sloanea hirsuta</i> (schott) Planch. Ex Benth	Elaeocarpaceae	NP	7
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & wess. Boer	Moraceae	P	49
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart	Loganiaceae	P	3
<i>Tabernaemontana Catharinensis</i> DC.	Apocynaceae	P	4
<i>Trichilia clauseni</i> C. DC.	Meliaceae	NP	19
sp.1	*	*	3
sp.2	*	*	2
sp.3	*	*	1
sp.4	*	*	20
sp.5	*	*	4
sp.6	*	*	1
sp.7	*	*	3
sp.8	*	*	27
sp.9	*	*	9
sp.10	*	*	8

Indicador (n° spp): 56

Fonte: Autora, 2022.

O indicador de diversidade encontrado para área foi de 56 espécies regenerantes, superior ao valor de referência proposto pela metodologia, onde o adequado estaria acima de 25 espécies aos 15 anos de adequação (SÃO PAULO, 2014). O resultado encontrado indica que a área avaliada se encontra em estágio significativo de restauração para os processos de sucessão ecológica.

Entre as famílias das espécies identificadas, houve destaque para Fabaceae (11 spp.), Myrtaceae (5 spp.) e Lauraceae (4 spp.), as demais famílias foram representadas por duas a três espécies. Gasper *et al.* (2013), ressaltam o destaque para Fabaceae e Myrtaceae, famílias que

também tiveram grande representatividade no Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC), sendo importantes dentro dessa formação florestal. Os mesmos autores ainda enfatizam que os resultados encontrados colaboraram com estudos de autores como Reitz *et al.* (1979); Klein, (1972); Ruchel *et al.*, (2009); e Pennington *et al.*, (2009); que evidenciaram a importância das mesmas famílias em fragmentos de Floresta Estacional Decidual (FED).

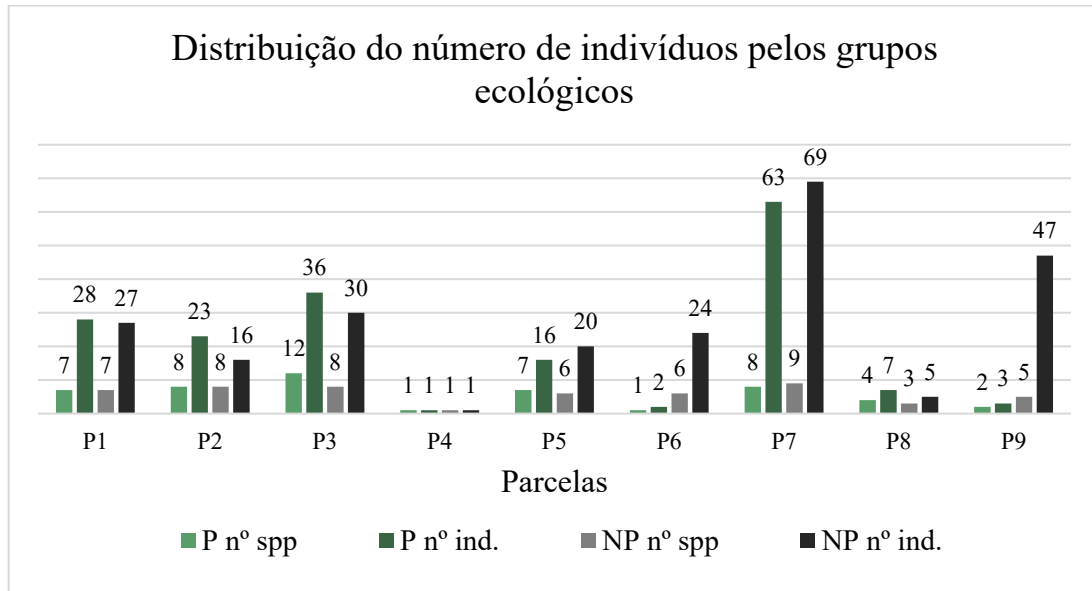
Em um levantamento de indivíduos arbóreos regenerantes realizado no Parque Estadual do Turvo – RS, próximo da área de estudo, a riqueza de espécies foi maior para *Fabaceae* (WERY, 2007). Jarenkow e Waechter (2001), ainda incluem como relativamente ricas em FED, as famílias Lauraceae, Euphorbiaceae e Moraceae.

Entre as espécies encontradas, se destacam quatro com maior abundância de indivíduos: *Actinostemon concolor* conhecida como laranjeira-do-mato, com 58 indivíduos; *Sorocea bonplandii* (espinheira-falsa), com 49 indivíduos; *Nectandra megapotamica* (canela-imbuia), com 47 indivíduos; e *Nectandra lanceolata* (canela-amarela), com 40 indivíduos. Na análise de Fontana e Sevegnani (2012) utilizando os dados levantados no IFFSC, destacaram cinco espécies com maior abundância em FED, das quais a *Nectandra megapotamica* e a *Nectandra lanceolata*. No levantamento realizado por Jarenkow e Waechter (2001) na região do Alto-Uruguai, três espécies tiveram o maior número de indivíduos, entre elas: *Actinostemon concolor* e *Sorocea bonplandii*, duas das espécies mais abundantes na área avaliada.

Com relação ao status de conservação das espécies identificadas, apenas a espécie *Ocotea catharinenses* (Lauraceae), com 5 indivíduos, encontra-se classificada como criticamente em perigo (CONSEMA, 2014); ou seja, a melhor das hipóteses indica um risco extremamente elevado de extinção na natureza. Conforme Klein (1980) e Reitz *et al.* (1978) *apud* Montagna (2011), a canela-preta (*Ocotea catarinenses*) antes de 1980 era a espécie mais abundante da floresta atlântica catarinense; entretanto, pela excelência na qualidade de sua madeira, foi amplamente explorada, resultando em sua atual ameaça de extinção.

Em relação ao grupo ecológico, houve maior ocorrência de espécies caracterizadas como secundária tardia ou clímax (NP), com 48,5%, seguido das classificadas como pioneira ou secundária inicial (P) (36,2%) e o restante é relativo as espécies não identificadas (15,3%). A importância do entendimento dos processos de sucessão ecológica converte-se nos princípios básicos da restauração, processo em que ocorre uma mudança temporal no ambiente, onde comunidades substituem umas às outras (SIMINSKI; REIS, 2014). Dada sua relevância, a seguir estão representados os dados por unidades amostrais (Figura 24).

Figura 24 Representação do número de indivíduos e espécies por parcelas, caracterizadas por seu grupo ecológico. P n° spp: número de espécies pioneiras ou secundárias inicial; P n° ind.: número de indivíduos pioneiros ou secundários inicial; NP n° spp: número de espécies secundárias tardia ou clímax; NP n° ind.: número de indivíduos secundários tardio ou clímax.



Fonte: Autora, 2022.

Os parâmetros na distribuição dos dados demonstram uma evolução nas características das espécies amostradas, evidenciando aspectos importantes como a maior diversidade de espécies e indivíduos, pertencentes ao grupo ecológico de secundárias tardias ou climáticas (NP). O maior número de indivíduos pertencentes a essa classe ecológica, em parte, é resultante da atribuição direta das quatro espécies com maior número de indivíduos amostrados. Discutidas anteriormente, as quatro são pertencentes à NP e somadas representam 38% do total encontrado na área (900 m²).

O conjunto de dados apresentado na Figura 20 ainda revela outro aspecto importante a ser analisado: nas parcelas com processos de sucessão mais desenvolvidos há uma tendência crescente e proporcional na riqueza da composição florestal. Fato que indica a resiliência do ambiente em promover condições para o restabelecimento de novos indivíduos, sendo que a riqueza de espécies contribui para a formação e sucessão da floresta, apresentando grande potencial para a conservação da biodiversidade em ambientes antropizados (LISBOA, 2019; BARBOSA, 2006).

Tanto o valor do indicativo (56 spp.), quanto as características ecológicas, atestam que a área segue a trajetória esperada dos processos sucessionais e reestabelecimento da floresta,

considerando o tempo de restauração vinculado. Na sequência desses processos sucessionais, as comunidades transitórias são denominadas de *serais* e conduzem o ecossistema para um *climáx* com características que conferem estabilidade ao sistema, como maior biomassa, cadeias alimentares e ciclos ecológicos complexos, além da maior diversidade possível (ODUM, 1986). Durante esse processo de alterações da composição, ocorrem alterações em fatores como disponibilidade de luz, umidade, temperatura, nutrientes, entre outros. O que explica os resultados em relação aos estágios de sucessão, podendo se dizer, que as espécies pioneiras ou secundárias iniciais causam, por si próprias, mudanças ambientais que favorecem o desenvolvimento de espécies secundárias tardias ou climáticas.

Vale ressaltar, conforme demonstrado na Figura 20, que nem todas as parcelas apontam para a trajetória de estabilidade; principalmente as parcelas P4 e P8, que, assim como para os demais indicativos, não apresentaram resultados satisfatórios. São áreas que estão sujeitas a fatores de degradação externos, os quais tendem a condicionar o processo de restauração e definem o sucesso ou fracasso dessas iniciativas; pois dificultam a evolução do ecossistema em restauração. Acredita-se que, caso essas parcelas não estivessem sob efeito dessas influências, o resultado observado seria semelhante as demais parcelas, como exemplificado na Figura 25.

Figura 25 Comparação do estágio sucessional entre parcelas A: Parcela onde verifica-se o sucesso dos processos de sucessão ecológica; B: Parcela com dificuldade de reestruturação devido a efeitos de impactos antrópicos externos.



Fonte: Autora, 2022.

5 RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados a área avaliada apresentou um elevado número de ocorrências de não conformidades e classes de fatores de degradação, contrariando a legislação na obrigatoriedade da preservação das matas ciliares. Em consequência disso, ocorrem limitações dos processos de regeneração da área após implementação das estratégias de restauração, sendo recomendada a eliminação desses fatores como a primeira ação a ser realizada para adequação da área.

Como meta de curto prazo, são apresentadas algumas propostas que podem ser aplicadas como forma de mitigação ou de interrupção desses fatores, com objetivo de restabelecer os processos de restauração na área:

- i. Isolamento da área: recomposição das medidas de isolamento para os locais onde foram retiradas as cercas, eliminando a presença e acesso de gado, principalmente onde a área de APP foi transformada em “piquete” para os animais. Para isso é necessário realizar um levantamento completo da extensão de mata ciliar que necessita de isolamento.
- ii. Condições do solo: avaliar as características e o grau de degradação do solo, principalmente cobertura vegetal e matéria orgânica, nas áreas onde não está se efetivando os processos de restauração. Como intervenção corretiva, é indicado o uso de cobertura verde com espécies que cumpram o papel de proteger e nutrir o solo, incorporando matéria orgânica, eliminando a exposição e diminuindo os processos erosivos e, conseqüentemente, o assoreamento do curso hídrico. Vale ressaltar que se deve utilizar espécies nativas e adaptadas ao ecossistema a ser restaurando, que tenham um rápido crescimento e sistemas radiculares profundos, que possam quebrar as barreiras físicas do solo degradado. Os efeitos dessas práticas contribuem para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas, conferindo melhores condições que favorecem o crescimento de indivíduos arbóreos, acelerando a regeneração natural, diminuindo as perdas de solo e melhorando a qualidade do solo e da água.
- iii. Espécies exóticas: nas áreas com predomínio de espécies exóticas recomenda-se a eliminação seletiva ou o desbaste desses indivíduos. No caso das

ocorrências de *Hovenia dulcis* (Uva-do-japão), recomenda-se seguir o estipulado pela Portaria IMA nº 20/2020. O controle dessas espécies agressivas, que predominam nesses fragmentos florestais, tende a diminuir a competição com as espécies nativas, o que faz com que o sistema tenha maiores possibilidades de avançar nos estágios sucessionais. Uma alternativa possível, para evitar possíveis processos erosivos originados pela falta de cobertura vegetal, é o desenvolvimento de um plano de controle gradual, fazendo uso de técnicas como o desbaste seletivo e o enriquecimento com espécies nativas de rápido crescimento, resistentes às condições causadas pelas espécies invasoras; contribuindo para uma rápida cobertura e sombreamento, impedindo o crescimento de novos indivíduos exóticos.

- iv. Estradas agrícolas: compreendidas as razões pelas quais os agricultores necessitam da passagem pelo riacho (acesso facilitado a áreas adjacentes), a forma como esta travessia tem ocorrido, sob hipótese alguma, deve ocorrer. As implicações dessa prática, com o tráfego direto de maquinário agrícola, interrompendo a dinâmica natural do riacho, resulta em perda do solo e da qualidade da água. Nos dois pontos do riacho onde ocorre essa prática é imprescindível a busca por alternativas como a construção de infraestruturas ("pontes") que forneçam a conexão necessária, sem impossibilitar ou bloquear o fluxo e a direção do curso hídrico.
- v. Recomposição da APP: nas áreas onde a vegetação é inexistente, a prioridade é a adequação com a legislação vigente, que torna obrigatória a recomposição e recuperação da faixa legal mínima, de pelo menos 5 m para as áreas consolidadas com até 1 módulo fiscal. Para isso, deve-se utilizar práticas de restauração voltadas para as APPs, com ênfase em formações ciliares. Práticas culturais indicadas para restaurar a integridade ecológica do sistema serão apresentadas posteriormente

As áreas levantadas nas unidades amostrais, apresentam padrões diferentes de regeneração natural e estágios sucessionais. Essas diferenças indicam que nem toda área em restauração obteve sucesso (ainda), sendo necessárias novas intervenções com objetivo de reflorestar essas áreas perturbadas.

A partir dos parâmetros avaliados e das recomendações encontradas na literatura, serão descritas e debatidas algumas ações de adequação, com a finalidade de determinar caminhos possíveis de serem seguidos para a área de restauração. Vale ressaltar que o objetivo desse trabalho, não é esgotar as possibilidades de ações, mas, sim, exemplificar algumas práticas que sirvam como direcionamento tanto para adequação do projeto avaliado, quanto para futuros projetos desenvolvidos pelo município.

- i. Plantio de espécies arbóreas: o plantio de mudas de espécies nativas é o método mais comum para o reflorestamento visando a recuperação das formações florestais. Essa prática tem demonstrado, em várias experiências encontradas na literatura, bons resultados que favorecem o restabelecimento das florestas. Porém, deve-se levar em consideração o custo elevado dessa prática, podendo ser aplicada apenas nas áreas onde há intensos processos de degradação, sem potencial de autorrecuperação e fontes de propágulos e sementes ao entorno. É o caso de áreas que não possuem mata ciliar, semelhantes às parcelas que apresentaram resultados críticos, que, mesmo após 16 anos, não apresentaram sucesso no reestabelecimento de novos indivíduos ou no processo de regeneração natural. Dois modelos de plantio são indicados para essa prática:

- a. Plantio em ilhas de diversidade, que consiste no plantio em pequenos núcleos com alta diversidade e densidade de indivíduos possuindo diferentes características ecológicas (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas). Os espaçamentos recomendados entre plantas são entre 1 m x 1 m e 1,5 m x 1,5 m, com objetivo de servirem como facilitadoras entre si, atrair dispersores e propágulos de áreas vizinhas, para que, com o tempo, cubram a área total;
- b. Plantio em linhas, realizado em área total com plantio em linha, visando a substituição gradual dos indivíduos combinados por seus diferentes grupos ecológicos. O espaçamento recomendado é de 3 m x 2 m entre os indivíduos; contudo, espaçamentos menores contribuem para uma cobertura mais rápida do solo (CASTRO, 2012).

O primeiro método possui custos menos elevados em comparação com o segundo. Porém, a expansão da ilha é mais lenta e, conseqüentemente, a ocupação da área total também.

- ii. Técnicas de nucleação: para as áreas com baixa densidade de indivíduos, mas que apresentam uma certa potencialidade de reestabelecimento, uma alternativa possível é fazer uso de técnicas adicionais para acelerar o processo de regeneração com um custo baixo. Essa prática tem como objetivo criar pequenos habitats que induzam à associações e interações planta-planta, plantas-microrganismos, plantas-animais, e ambientes atrativos para polinizadores e dispersores de sementes. Entre as técnicas indicadas estão:
- a. Implantação de poleiros, atraindo aves e morcegos, dispersores eficientes de sementes;
 - b. Transposição de solo e serapilheira, com intuito de enriquecer o banco de sementes, disponibilizar nutrientes, matéria orgânica, microrganismos, insetos e fungos;
 - c. Transposição de galharia, criando habitats para abrigo de animais e germinação de sementes, além de fornecer matéria orgânica em forma de húmus;
 - d. Implantação de meliponário, com objetivo de aumentar a população polinizadora da área, garantindo fluxo gênico e formação de sementes para as espécies;
 - e. Transposição de chuva de semente, visa a dispersão e entrada de sementes no banco do solo, podendo ser instalados coletores em áreas estáveis da APP, para serem transportadas posteriormente para as áreas a serem restauradas (BRUNO, 2016; CASTRO, 2014).
- iii. Sistemas agroflorestais (SAFs): é uma alternativa para conciliar a produção com a conservação ambiental, principalmente em locais onde a atividade agrícola é predominante. São sistemas baseados na sucessão ecológica, que buscam a maior proximidade com ecossistemas naturais. O uso de SAFs auxilia no resgate das funções ecológicas e, ao mesmo tempo, gera recursos aos agricultores, por se tratar de um sistema com associação de culturas agrícolas, trepadeiras, forrageiras e arbustivas; pode ainda se tratar de SAFs temporários ou permanentes, sendo o principal objetivo de restaurar a mata ciliar (BRUNO, 2016; CASTRO, 2014). Nos casos onde essa alternava seja uma possibilidade, por se tratar de APP em

mata ciliar, é necessária a consulta e apresentação do projeto ao órgão ambiental competente.

Para essas práticas recomendadas, onde faz-se uso de novos indivíduos por plantio, a utilização de espécies nativas com diferentes características ecológicas, constitui uma excelente ferramenta para aumentar as garantias no sucesso da restauração. É importante também, que as espécies apresentem diferentes síndromes de dispersão de sementes e polinização, para atrair a fauna durante todo o ano. Além disso, as espécies selecionadas devem ocorrer naturalmente na área de APP do curso hídrico. Com base nessas considerações, a definição das espécies a serem utilizadas podem ser baseadas nas espécies identificadas neste trabalho, bem como sua classificação quanto ao grupo ecológico.

Para garantir que a restauração nas áreas onde serão adotadas novas práticas, bem como para as áreas onde os indicativos apresentaram bons resultados se mantenham na trajetória esperada, é necessária a elaboração de um cronograma de execução, manutenção e monitoramento do projeto. Mesmo negligenciados muitas vezes, o acompanhamento e a avaliação são fundamentais para o sucesso da restauração, para que não ocorra retrocessos nos processos envolvidos, nem desperdícios de esforços e recursos envolvidos. A própria Resolução SMA nº 32/2014 estabelece o monitoramento periódico dos projetos até que a recomposição tenha sido atingida, sendo avaliados através dos indicativos utilizados neste trabalho. Ainda, as ações corretivas devem ser realizadas quantas vezes forem necessárias, garantindo o sucesso da restauração.

Destaca-se nesse sentido a importância da participação das comunidades locais em projetos de restauração, sendo esse um fator determinante para a efetiva recuperação das matas ciliares. Os fatores de degradação encontrados na área são resultados de ações recentes, visto o esforço desenvolvido na implantação do projeto, com o cercamento da área total da APP e eliminação dos agentes degradantes. Principalmente no que diz respeito a eliminação das cercas e práticas extremamente agressivas observadas, reforça-se a importância do envolvimento da comunidade tanto para a iniciação e condução dos projetos, quanto para etapas posteriores a implantação, auxiliando no monitoramento e adoção de novas intervenções. Visto que o não cumprimento das normas de proteção enquadra-se nas leis de crime ambiental, previstas no Art. 38 da Lei nº 12.651 de 25 de maio 2012, que prevê pena ou detenção de um a três anos, ou multa, podendo ainda, ser ambas e de forma cumulativa. (BRASIL, 1998).

Segundo Castro (2012), as decisões tomadas de forma coletiva e consensual tem maior probabilidade de serem acatadas, executadas e mantidas, se comparadas com as decisões tomadas de forma unilateral. Dessa forma, através da conscientização, a comunidade pode entender a importância das matas ciliares e o porquê de sua preservação, passando ainda a considerar a mata ciliar como recurso importante para a propriedade, bem como para a bacia hidrográfica.

6 CONCLUSÕES

Foi possível identificar que nas parcelas onde as práticas adotadas pelo projeto *Projeto Microbacias II* foram efetivadas, houve sucesso e a vegetação apresenta bons indicativos de recuperação da sua resiliência e estabilidade. Porém, nem todas as áreas apresentaram bons resultados, observando-se a necessidade de intervenções para a readequação da área.

A partir dos dados levantados, observou-se que os efeitos negativos das ações antrópicas têm impactado, de forma direta ou indiretamente, o processo de regeneração. Acredita-se que, caso as parcelas mais impactadas não tivessem sob a influência negativa das ações antrópicas, poderiam apresentar resultados de regeneração semelhante as demais parcelas amostrais. Por essa razão, torna-se obrigatório o isolamento das áreas restauradas e a implementação da interrupção ou mitigação dos impactos antropogênicos.

O referencial teórico e metodológico utilizados neste trabalho, além de possibilitarem o conhecimento e a compreensão dos processos e condições atuais da restauração da área de estudo, possibilitaram a relevância e a necessidade do monitoramento em projetos de restauração. Por fim, a avaliação realizada na área de estudo e as considerações apresentadas servem como subsídio para o conhecimento das condições atuais de restauração das APPs do riacho Presidente Becker, fornecendo dados e informações importantes para o monitoramento da área, bem como para projetos posteriores de recuperação a serem realizados pelo município de Itapiranga-SC.

REFERÊNCIAS

- AHRENS, Sérgio. **O “novo” código florestal brasileiro: Conceitos jurídicos fundamentais.** CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura; Brasília: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003.
- ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. *IF Série Registros*, v. 44, p. 1–38, 2011. Disponível em: <http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/aronson2011.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2021.
- ASSIS, G. B. de *et al.* Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no Estado de São Paulo (1957 - 2008). *Revista Árvore*, [S.L.], v. 37, n. 4, p. 599-609, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622013000400003>.
- BARBOSA, L. M. (org.). **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de são paulo Matas Ciliares do Interior Paulista.** São Paulo: FAPESP, 2006. 129 p.
- BARROS, Andrea Almeida. **Programa de Recuperação Sustentável da Mata Ciliar do Rio Taquari Conduzido pelo Ministério Público do Rio Grande Do Sul.** 2017. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário Univates, Lageado, 2017.
- BOENI, Bruna de Oliveira. **Riqueza, estrutura e composição de espécies arbóreas em floresta secundária invadida por *Hovenia dulcis* THUNB., caracterização do seu nicho de regeneração e efeitos alelopáticos.** 2011. 103 f. Dissertação - Curso de Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. **Fundamentos e Métodos de Restauração de Ecossistemas Florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares.** Lavras: UFLA, 2015. 504 p.
- BRANCALION, P.H.S *et al.* Avaliação e Monitoramento de Áreas em Processo de Restauração. In: Martins, S.V. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados.** 1ed. Viçosa: UFV, 2012, p. 262-293. Disponível em: [http://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206\(2\).pdf](http://www.esalqlastrop.com.br/img/aulas/Cumbuca%206(2).pdf). Acesso em: 25 mar. 2021.
- BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2008. **Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil.** Variáveis geomorfométricas locais. São José dos Campos. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 5 de maio de 2021.
- BRASIL. **Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934.** Institui o Código Florestal. Brasília, DF. Governo Provisório da República dos Estados Unidos do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm. Acesso em 19 mar. 2021.

BRASIL. **Lei 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. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 19 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm. Acesso em: 19 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 24 mar. 2021.

BRASIL. **Lei 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. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 25 mar. 2021.

BRUNO, Heloisa Bortolin. **Práticas de Recuperação de Mata Ciliar em Bacias Hidrográficas.** 2014. 63 f. TCC (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

CANDIOTTO, L. Z. P.; VARGAS, F. A. de. Principais alterações no novo código florestal brasileiro e os potenciais impactos ao meio ambiente. **Revista Eletrônica de Geografia**, [S.I.], v. 9, n. 22, p. 181-207, 04 out. 2018.

CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: Impactos potenciais sobre a ictiofauna. In: **Biota Neotropica**, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/view/46430/24883>. Acesso em: 9 mar. 2021.

CONAMA. **Resolução nº 429, de fevereiro de 2011.** Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=644>. Acesso em: 31 mar. 2021.

COSEMA. **Resolução nº 51, de 05 dezembro de 2014.** Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/downloads/biodiversidade/flora/2436-lista-da-flora-ameacada-de-extincao-em-sc-resolucao-consema-n-51-2014>. Acesso em: 01 de junho. 2022.

CPRM. Serviço Geográfico do Brasil. **Mapa do Estado de Santa Catarina**. [s.i.]: CPRM, 2014. Escala: 1:500.000.

CASTRO, Dilton (Rio Grande do Sul). ANAMA (org.). **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse - Coletivo de Comunicação, 2012. 64 p.

DURIGAN, G.; SUGANUMA, M. S.; MELO, A. C. G. de. Valores esperados para atributos de florestas ripárias em restauração em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, [S.L.], v. 44, n. 110, p. 463-474, 1 jun. 2016. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF). <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n110.19>.

EMBRAPA/CNPS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina**. Boletim de Pesquisa, N.6. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1998. ISSN 1415-3750. Escala 1:250.000.

ENGEL, V.L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. *et al.* (Orgs.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu. FEPAF, 2003. 340P. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/50732>. Acesso em: 06 mai. 2021.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 18, n. 12, p. 1296-1301, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n12p1296-1301>.

FATMA (org.). **Lista comentada de espécies exóticas invasoras no estado de Santa Catarina: espécies que ameaçam a diversidade biológica / Sílvia R. Ziller (consultora)**. 2. ed. Florianópolis: FATMA, 2016. 92 p.

FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p.617-623, 2004.

FONTANA, C.; SEVEGNANI, L. Quais são as espécies arbóreas comuns da floresta estacional decidual em santa catarina? **Rea – Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 14, n. 1, p. 74-88, abr. 2012.

FORESTO, Eduardo Brandolise. **Levantamento florístico dos estratos arbustivos e arbóreo de uma mata de galeria em meio a campos rupestres no Parque Estadual do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto, MG**. 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-16062008151711/publico/Eduardo_Foresto.pdf. Acesso em: 07 mar. 2021.

GASPER, A. L. de *et al.* Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia**, Blumenau, v. 64, n. 3, p. 427-443, jan. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas: Organização do Território**, IBGE, 2020. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php>. Acesso em 01 de mai. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006**. IBGE: 2012. Escala: 1:500.000.

ITAPIRANGA-SC. Mauro José Delavy. Fusama. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Florianópolis: Ampla, 2015. 897 p.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revta Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, jul. 2001.

LAZZARIN, L. C. *et al.* INVASÃO BIOLÓGICA POR *Hovenia dulcis* THUNB. EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI, BRASIL1. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 39, n. 6, p. 1007-1017, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000600003>.

LIMA, W. P.; et al., Forest Plantations and Water Consumption: a strategy for hydrosolidarity. **International Journal Of Forestry Research**, [S.L.], v. 2012, p. 1-8, 2012. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/908465>.

LISBOA, Thais de Fátima Balbino. **Caracterização e Avaliação da Restauração Passiva em Mata Ciliar com uso de Protocolos de Monitoramento na Região Oeste do Paraná**. 2019. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira, 2019.

LUIZ, Junior da Silva. **Caracterização de APPs em três Propriedades Rurais às Margens do Ribeirão Três Bocas, Londrina, Paraná, que Passaram por Restauração há 04 Anos**. 2015. 54 f. TCC - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Londrina, 2015.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MELO, Antônio Carlos Galvão de; DURIGAN, Giselda. Evolução estrutural de reflorestamento de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Florestalis**, Assis - SP, v. [], n. 73, p. 101-111, mar. 2007.

MELO, J. F. de; REZENDE, L. de. Pensar o ensino de ciências e o campo a partir da agroecologia: uma experiência com alunos do sertão sergipano. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Sergipe, v. 1, n. 6, p. 37-48, maio 2021.

MCDONALD, Tein et al. **International Standards for the Practice of Ecological Restoration – Including Principles and Key Concepts**. Washington, D.C: Society For Ecological Restoration, 2016. 48 p. Disponível em:

http://seraustralasia.com/wheel/image/SER_International_Standards.pdf. Acesso em: 09 mar. 2021

MMA (org.). **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006

MONTAGNA, Tiago. **Diversidade e estrutura genética em 17 populações de *Ocotea catharinensis* MEZ (canela-preta) do estado de Santa Catarina: subsídios para a conservação in situ da espécie**. 2011. 58 f. TCC - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

NASCIMENTO, Arthur Brasil Oliveira *et al.* Análise e comparação de dois métodos de restauração ecológica por meio de indicadores. **Re.C.e.e.F.**, Garça, v. 28, n. 1, p. 1-13, ago. 2016.

NERES, N. G. C. *et al.* Avaliação ambiental e indicação de medidas mitigatórias para a nascente do córrego Mutuca, Gurupi-to. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 2824-2835, maio 2015.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de Ecologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 820 p.

OLIVEIRA, Carlos Eduardo Batista de. **Restauração Ecológica de Matas Ciliares: uma trajetória autossustentável após 20 anos, é possível?** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2001. 171 p.

REIS, Ademir. (org.). **Natureza e Conservação**. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção À Natureza, 2003. 10 p. 1 v.

SÃO PAULO. **Portaria CBRN nº 01, de 17 de janeiro de 2015**. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. São Paulo, SP: Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. <http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-032-2014-a.pdf>. Acesso em: 28 abril. 2021.

SÃO PAULO. **Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014**. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica. São Paulo, SP: Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2016/12/2015_1_15_Procotoo_monitoramento_restauracao_vfinal.pdf. Acesso em: 28 abril. 2021.

SER. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. **The SER international primer on ecological restoration**. Disponível em: <http://www.ser.org>. 2004. Acesso em: 29 mar. 2021.

- SILVÉRIO, D. V. *et al.* Impactos do agrupamento do bambu *Actinocladum verticillatum* (Nees) McClure ex Soderstr. (POACEAE) sobre a vegetação lenhosa de duas fitofisionomias de Cerrado na transição Cerrado-Floresta Amazônica. **Acta Amazonica**, [s. l], v. 40, n. 2, p. 347-356, abr. 2010.
- SCHMID, Alexandre Deschamps. **Efeito da espécie exótica invasora *Hovenia dulcis thunb.* (rhamnaceae) na regeneração de floresta subtropical secundária**. 2018. 93 f. Dissertação - Curso de Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- SIMINSKI, Alexandre *et al.* **Recuperação de Mata Ciliar**: Programa de Capacitação em Gestão da Água. Florianópolis: UFSC, 2014. 135 p.
- SOUZA, R. R. *et al.* Construção de modelo empírico para o monitoramento de recursos hídricos do Rio do Sal/Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 8, p. 16-28, 2007. Disponível em: http://www.rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/442/377. Acesso em: 19 julho. 2022.
- SOS. SOS Mata Atlântica. **Atlas: Comparação da Fragmentação Mata Atlântica**. SOS, 2017. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/artigos/qual-e-area-de-cobertura-da-mata-atlantica/>. Acesso em 25 de junho. 2022.
- SNIRH/ANA. Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos. Agência Nacional de Águas. **Rede Hidrometeorológica Nacional: Sistema Hidro – Telemetria. Estação Fluvial de Itapiranga (74329000)**. ANA, 2021. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx>. Acesso em 10 de mai. 2021.
- TAMBOSI, Leandro Reverberi; VIDAL, Mariana Morais; FERRAZ, Silvio Frosini de Barros; METZGER, Jean Paul. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 29, n. 84, p. 151-162, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142015000200010>.
- TEIXEIRA, Marelise *et al.* Estrutura da comunidade arborea de um fragmento de mata ciliar do Rio Taquari, Colinas, Rio Grande do Sul. **Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 1, p. 19-31, 2014.
- THOMAZ, E. L. DIAS, W. A. Avaliação dos efeitos do pastoreio sobre a erosão em margens de canal fluvial em sistema de faxinal. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 23, p. 23-35, maio 2021.
- WILSON, H. D. Regeneration of native forest on Hinewai Reserve, Banks Peninsula. **New Zealand Journal Of Botany**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 373-383, jul. 1994. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0028825x.1994.10410480>.
- WEDY, Graziela Obregon. **Estrutura e dinâmica da regeneração natural de espécies arbóreas na Floresta Estacional do Parque Estadual do Turvo, Derrubadas, Rio Grande**

do Sul. 2007. 61 f. Dissertação - Curso de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

WREGGE, M. S. *et al.*, **Atlas Climático da Região Sul:** estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012.