



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI – UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AMBIENTAIS SUSTENTÁVEIS

**EFICIÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO DE METODOLOGIAS  
PARA A RESTAURAÇÃO DE UMA ÁREA DEGRADADA  
NA MARGEM DO RIO FORQUETA, RIO GRANDE DO SUL**

**Augusto Pretto Chemin**

Lajeado/RS, março de 2023

Augusto Pretto Chemin

**EFICIÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO DE METODOLOGIAS  
PARA A RESTAURAÇÃO DE UMA ÁREA DEGRADADA  
NA MARGEM DO RIO FORQUETA, RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para o título de Mestre em Sistemas Ambientais Sustentáveis, na linha de pesquisa Bases Ecológicas para a Gestão Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Elisete Maria de Freitas

Lajeado/RS, março de 2023

Augusto Pretto Chemin

**EFICIÊNCIA DA ASSOCIAÇÃO DE METODOLOGIAS  
PARA A RESTAURAÇÃO DE UMA ÁREA DEGRADADA  
NA MARGEM DO RIO FORQUETA, RIO GRANDE DO SUL**

A Banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para o título de Mestre em Sistemas Ambientais Sustentáveis, na linha de pesquisa Bases Ecológicas para a Gestão Ambiental.

---

Profa. Dra. Elisete Maria de Freitas – Orientadora  
Universidade do Vale do Taquari - Univates

---

Profa. Dra. Liana Johann - Examinadora  
Universidade do Vale do Taquari - Univates

---

Prof. Dr. Regis Echer - Examinador  
Campo & Mato – Pesquisa e Consultoria Ambiental - EFASUL

---

Profa. Dra. Lívia Godinho Temponi – Examinadora  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste

Lajeado/RS, 31 de março de 2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, pelo carinho, apoio e força dados em todos os momentos;

Agradeço aos bolsistas do Laboratório de Botânica por toda a ajuda durante as atividades, principalmente nos campos, pela troca de aprendizado e descontração;

À Carla e ao Marcos, pela ajuda na identificação das plantas e auxílio nas atividades de campo, durante o calor intenso;

À minha namorada, Amanda, pelo carinho, disposição e por me ajudar a segurar as pontas nos momentos difíceis;

À professora Elisete, pelo conhecimento compartilhado, orientação, incentivo, desafios e, principalmente, paciência;

A todos meus amigos, Rafael, Ketlin, Elison, João, Guilherme, Augusto, Pedro e João V., que me apoiaram e incentivaram nos momentos difíceis. Agradeço pela compreensão da ausência física em alguns momentos;

Ao proprietário da área, senhor Luiz Veronese, pelo espaço cedido para o trabalho, pela ajuda no transporte de materiais;

À SEMA-RS pela aprovação do projeto por meio do Programa de Reposição Florestal;

À CEEE-EQUATORIAL pelo financiamento da pesquisa;

À Universidade do Vale do Taquari - Univates, aos Professores e Secretária do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis, pelos conhecimentos, atenção e trocas de experiências.

Muito obrigado a todos.

## RESUMO

As florestas ribeirinhas vêm sendo degradadas pela ação antrópica direta ou pelas consequências destas ações, como é o caso da invasão por espécies exóticas. Elas constituem Áreas de Preservação Permanente (APPs) e, quando degradadas, necessitam ser restauradas através da aplicação de metodologias que visam ao reestabelecimento da cobertura vegetal nativa. Com isso, o objetivo deste estudo é avaliar a eficiência da associação das técnicas de restauração ecológica com controle de exóticas invasoras para a restauração de uma área degradada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro, Rio Grande do Sul. Como metodologia, foi realizada entrevista com o proprietário para conhecer o histórico de uso e ocupação da área. Também foram coletadas cinco amostras compostas de solo ao longo da área de estudo para análises físicas e químicas. Foram aplicados cinco tratamentos compostos por Núcleos de Anderson (NA), Núcleos de Anderson + Transposição de Solo (NA+TS), Núcleos de Anderson + Poleiros Artificiais (NA+PA), Núcleos de Anderson + Transposição de Solo + Poleiros Artificiais (NA+TS+PA) e Tratamento Controle (Sucessão Natural) (TC), todos com três repetições, distribuídas aleatoriamente ao longo da área. As análises físicas e químicas mostraram que o solo é arenoso, com deficiência de matéria orgânica e apresenta elevada quantidade de micronutrientes. Foram realizadas três roçadas ao longo de 11 meses para controle das plantas invasoras, uma realizada antes da aplicação das técnicas e as outras em intervalos de cinco meses. Para avaliar a evolução da vegetação, foram realizados três levantamentos fitossociológicos em todas as repetições dos tratamentos, acompanhamento da germinação nos poleiros artificiais e transposições de solo, e de sobrevivência e crescimento dos indivíduos plantados. Não houve germinação de plantas nativas no entorno dos poleiros e nas transposições de solo. Ao final de 14 meses, 20% das mudas plantadas sobreviveram. As roçadas não foram suficientes para eliminar completamente os indivíduos exóticos, que continuaram dominantes na área de estudo, comprometendo o estabelecimento e o crescimento de plantas nativas, tornando as técnicas de restauração ineficientes. No entanto, a roçada inicial diminuiu temporariamente a cobertura de exóticas, o que favoreceu o aumento da cobertura e riqueza de espécies nativas. Porém, do segundo para o terceiro tempo de avaliação, ocorreu a redução desses parâmetros para as espécies nativas. A partir do insucesso, núcleos de sementes foram adicionados em cada repetição dos tratamentos, exceto no TC. Contudo, devido às condições do solo, cobertura de exóticas, altas temperaturas e falta de chuva, houve poucas germinações, quando comparado ao total de sementes utilizadas, e parte dos indivíduos que germinaram não conseguiram se desenvolver. Das 7152 sementes utilizadas nas sementes, 3052 (42,67) germinaram, mas até o final das análises apenas 1884 (26,34% do total de sementes) plântulas germinadas sobreviveram. Para a adequada restauração da área do estudo, sugere-se a adoção de práticas para a eliminação permanente das plantas exóticas invasoras, pois sua competição com as nativas impede a restauração da área, seguido do fornecimento de matéria orgânica no solo.

**Palavras-chave:** florestas ribeirinhas; recuperação ambiental; sucessão natural; nucleação; manejo adaptativo.

## ABSTRACT

The riparian forests are degraded by direct anthropic action or by its consequences, which is the case of exotic species. They constitute Permanent Preservation Areas (APPs) and, when degraded, need restoration through the application of methodologies that aim to restore the native vegetation cover. So, this study aimed to evaluate the efficacy of association techniques of ecology restoration with control of exotic invasive species for the restoration of a degraded area in the riverbank of the Forqueta river, in the municipality of Travesseiro, Rio Grande do Sul. An interview was conducted with the owner of the area to get to know the area's history of use and occupation. Also, five soil-composed samples were collected along the study area for physical and chemical analysis. Five treatments were applied, composed of Anderson Nuclei (NA), Anderson Nuclei + Soil Transposition (NA+TS), Anderson Nuclei + Artificial Perches (NA+PA), Anderson Nuclei + Soil Transposition + Artificial Perches (NA+TS+PA), and the Control Treatment (Natural Succession) (TC), all with three repetitions distributed along the area. The physical and chemical analysis showed that the soil is sandy, with organic matter deficiency, and presents a high quantity of micronutrients. Three cuttings of vegetation were performed over 11 months to control exotic invasive species, one done before the application of the techniques and the others in five-month intervals. To evaluate the evolution of the vegetation, three phytosociological surveys were conducted in all treatments' repetitions, monitoring the germination in the artificial perches, soil transposition, and survival and growth of planted individuals. There was no germination around the perches and in the soil transposition. After 14 months, 20% of the planted seedlings survived. The vegetation cuttings were not effective in completely eliminating the exotic individuals, that continued to dominate the study area, compromising the establishment and growth of native plants, turning the restoration techniques inefficient. However, the initial cutting temporarily reduced the exotic species' cover, which benefited the increase of cover and richness of native species. But from the second to the third periods of evaluation, the parameters of native species reduced. Because of the unsuccess, the sow nuclei were added to each treatment repetition, except for the TC. But because of the soil conditions, the cover of exotic species, high temperatures, and lack of rain, few germinations occurred when compared to the used seeds, and the few individuals that did germinate didn't develop. Of 7152 seeds used in the sowing, 3052 (42.67%) germinated, but at the end of the analysis, only 1884 (26.34% of the total seeds) germinated seedlings survived. For the adequate restoration of the study area, the adoption of permanent practices of exotic plants elimination is suggested, because their competition with native species hinders the area's restoration, followed by the supply of organic matter to the soil.

**Key-words:** riparian forest; environmental recovery; natural succession; nucleation; adaptive management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Fatores a serem considerados quando planejada uma estratégia de restauração ..... 19**
- Figura 2 - Limites da área de estudo localizada no município de Travesseiro/RS, com a indicação do uso e solo nas proximidades.1: Remanescente florestal; 2: Área com vegetação alterada em estágio inicial e dominada por exóticas invasoras; 3: Área de pastejo de gado; 4: Área para agricultura. .... 64**
- Figura 3 - (A) Roçada em andamento em uma área degradada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro/RS. (B) Roçada finalizada em uma área degradada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro/RS..... 65**

### LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Faixa de vegetação a ser preservada de acordo com a largura do recurso hídrico, disposto pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa.....15**
- Tabela 2 - Faixa a ser recuperada correspondente à largura do curso hídrico e módulo fiscal..... 16**
- Tabela 3 - Escala de cobertura adaptada de área Braun-Blanquet (1979) utilizada para avaliação da comunidade vegetal.....66**

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>9</b>  |
| 1.1 Problemas de pesquisa .....  | 11        |
| 1.2 Hipóteses .....  | 11        |
| 1.3 Objetivos .....  | 12        |
| 1.4 Justificativa .....  | 13        |
| 1.5 Estrutura da dissertação .....   | 13        |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....   | <b>14</b> |
| 2.1 Florestas ribeirinhas .....  | 14        |
| 2.2 Legislação e florestas ribeirinhas .....   | 15        |
| 2.3 Áreas degradadas .....   | 16        |
| 2.4 Restauração de áreas degradadas .....  | 17        |
| 2.5 Restauração ativa e passiva .....  | 18        |
| 2.6 Diagnóstico de uma área degradada .....  | 20        |
| 2.7 Metodologias de restauração .....  | 21        |
| 2.7.1 Nucleação .....  | 21        |
| 2.7.2 Núcleos de Anderson .....  | 22        |
| 2.7.3 Poleiros artificiais .....   | 22        |
| 2.7.4 Transposição de solo .....   | 22        |
| 2.7.5 Transposição de galharia .....   | 23        |
| 2.7.6 Semeadura .....  | 23        |
| 2.8 Avaliação da recuperação .....   | 23        |
| 2.9 Manejo adaptativo .....  | 24        |
| <b>3 RESULTADOS</b> .....  | <b>25</b> |
| 3.1 Artigo: Espécies exóticas invasoras constituem uma barreira para a restauração ecológica em margem de rio? ..... | 26        |
| 3.2 Resultados: Manejo adaptativo com semeadura em núcleos .....   | 62        |
| 3.2.1 Materiais e métodos .....  | 62        |
| 3.2.2 Aspectos éticos .....  | 62        |
| 3.2.3 Área de estudo .....   | 63        |
| 3.2.4 Manejo adaptativo com núcleos de Anderson com semeadura em quadros.....  | 64        |
| 3.2.5 Resultados .....   | 65        |
| 3.2.6 Discussão .....  | 66        |
| <b>4 CONCLUSÃO</b> .....   | <b>68</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>70</b>  |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>86</b>  |
| <b>ANEXO 1 – Declaração Aprovação de Projetos Florestais .....</b>   | <b>87</b>  |
| <b>ANEXO 2 – Termo de Cooperação com o proprietário da área .....</b>  | <b>90</b>  |
| <b>ANEXO 3 – Termo de Parceria com o município de Travesseiro/RS .....</b>   | <b>92</b>  |
| <b>ANEXO 4 – ART nº 2021/16030 .....</b>   | <b>94</b>  |
| <b>ANEXO 5 – ART nº 2021/16031.....</b>  | <b>95</b>  |
| <b>ANEXO 6 – Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional associado ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) sob o Cadastro nº AC6D297.....</b>              | <b>96</b>  |
| <b>APÊNDICES .....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>Material Suplementar 1 – Entrevista realizada com o proprietário da área degradada localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro/RS .....</b>                              | <b>98</b>  |
| <b>Material Suplementar 2 – Composição do mix de sementes utilizadas na semeadura em quadros em uma área degradada localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro/RS .....</b> | <b>100</b> |
| <b>PRODUTO TÉCNICO .....</b>   | <b>101</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso inadequado dos recursos naturais é uma das principais causas de degradação dos ecossistemas, promovendo diversos danos e desastres ambientais (VALCARCEL; SILVA, 2004). De acordo com Kohlrausch e Jung (2015), áreas degradadas são caracterizadas pela perda de biodiversidade, produtividade, instabilidade hídrica, além de apresentarem solos empobrecidos.

Apesar de estarem protegidas desde o Código Florestal de 1965 (Lei 4771, de 15 de setembro de 1965) e atualmente pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal nº 12.651, de 2012), dentre as áreas degradadas existentes atualmente, destacam-se os ambientes que margeiam os recursos hídricos. Isso porque essas áreas são utilizadas para agricultura, pastejo do gado, mineração e extração de madeira (ATTANASIO *et al.*, 2012). Outro fator preocupante é a abundância de espécies exóticas, que ao se estabelecer, fazem com que as espécies nativas percam seu espaço, ocasionando perda da biodiversidade (BERALDI; VAZQUEZ, 2020).

Nos rios e arroios que formam a Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas, localizada na Região Hidrográfica do Rio Guaíba, com área de 26.430 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 1.383.442 habitantes, dos quais, mais de 300.000 vivem em áreas rurais (SEMA/RS), a situação não é diferente. Infelizmente, o estudo realizado por Lima, Rempel e Eckhardt (2007) apontava que somente 27% de cobertura de vegetação arbórea desta bacia hidrográfica encontra-se preservada. A vegetação das margens desses rios, quando existente, é composta, em geral, por estreitas faixas de vegetação, apresentando alto nível de degradação e fornecendo uma proteção insuficiente aos cursos hídricos. Isso gera problemas ambientais e econômicos (UMEDA *et al.*, 2015), pois formações arbóreas, situadas nas margens de corpos hídricos, como nascentes, rios e lagos, conhecidas como florestas ripárias, florestas ribeirinhas ou matas ciliares, além dos

aspectos legais, formam zonas prestadoras de serviços ambientais. Isso as torna prioritárias em atividades de recuperação (REICH; FRANCELINO, 2012).

Os serviços prestados por elas vão desde diminuição da temperatura da água devido ao sombreamento proporcionado pela cobertura vegetal na beira dos rios, o controle dos processos erosivos, geração de um filtro natural de materiais indesejados que possam adentrar nos corpos hídricos, até a formação de corredores de fluxo gênico e o fornecimento de alimentos e abrigo aos animais devido aos frutos e outros animais que vivem no meio da vegetação (NUNES; PINTO, 2007; AVILA *et al.*, 2011; REIS *et al.*, 2005). Isso tudo torna essencial a implantação de projetos que visem à restauração da cobertura vegetal. Assim, a restauração desses ambientes é imprescindível para garantir a prestação dos serviços ecossistêmicos dessas florestas.

Essa importância é evidente nos dias de hoje em razão da determinação da Década da Restauração para os anos de 2021 a 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas com o objetivo de parar a degradação dos ecossistemas e restaurá-los. Essa proposta está de acordo com a Agenda 2030, juntamente com seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, sendo um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade, visando acelerar o processo de restauração, inserindo o mundo no caminho da sustentabilidade (ASSEMBLEIA GERAL ONU, 2019).

O termo “restauração”, de acordo com a SER (2019), significa o processo de auxiliar na recuperação de um ecossistema degradado, permitindo adaptações às mudanças locais e globais, sendo relacionada à atividade a ser realizada. Já o termo “recuperação” tem ligação com o resultado alcançado.

São várias as técnicas que podem ser aplicadas para a restauração de áreas degradadas. No entanto, a definição de quais podem ser adotadas dependem das características do ambiente, do histórico de uso, dos aspectos bióticos e abióticos e de estudos que indiquem a técnica a mais adequada para a restauração de acordo com as características da área. Além disso, a seleção das espécies a serem utilizadas deve partir de estudos sobre a composição fitossociológica de áreas próximas (CORRÊA *et al.*, 2019). O conhecimento dos fatores de degradação também precisa ser considerado. Dentre as técnicas existentes, Núcleos de Anderson, transposição de solo e poleiros artificiais, além da sucessão natural com controle de exóticas invasoras, foram testadas de forma associada ou não.

Após a aplicação das técnicas de restauração, a avaliação da cobertura vegetal irá informar se há ou não a necessidade de realizar uma alteração nas metodologias. Esse manejo adaptativo envolve uma forma de intervenção focada na melhoria do sistema implementado,

realizando alterações visando ao resultado esperado (WESTGATE; LIKENS; LINDENMAYER, 2013).

### 1.1 Problemas de pesquisa

Os **problemas-chave** que irão nortear a pesquisa são estes: Os núcleos de Anderson podem ser aplicados na restauração de uma área degradada com abundância de espécies invasoras, sendo este mais eficiente quando associado com poleiros artificiais e transposição de solo? A sucessão natural, com controle de espécies exóticas invasoras, é eficiente na restauração de uma área degradada quando próxima de uma formação florestal nativa preservada?

Como **subproblemas** para auxiliar na investigação:

1) Qual das técnicas de restauração ecológica, aplicadas em uma área com abundância de plantas invasoras e com solo arenoso, favorece a cobertura vegetal de nativas e a diversidade de espécies, contribuindo para o sucesso da restauração?

2) A presença de gramíneas invasoras dificulta o crescimento de plantas nativas, reduzindo a diversidade florística e o percentual de cobertura de espécies nativas ao longo do tempo, dificultando a restauração?

3) Quais as espécies usadas nos núcleos de Anderson são de maior sobrevivência e crescimento?

4) As espécies pioneiras têm maior capacidade de sobrevivência e crescimento?

5) A partir da necessidade de adaptar as técnicas utilizadas inicialmente, a semeadura é eficiente na restauração ecológica da área?

6) Quais espécies utilizadas na semeadura possuem maior potencial de germinação e crescimento?

### 1.2 Hipóteses

O crescimento rápido das espécies pioneiras dentro das nucleações fornece o sombreamento necessário para o desenvolvimento das espécies secundárias, constituindo um método eficiente na restauração da cobertura vegetal, desde que controladas as espécies exóticas invasoras. Porém, a nucleação será mais eficiente quando associada com as técnicas de transposição de solo e poleiros artificiais. Os poleiros serão eficientes já que nas proximidades da área do estudo existe um remanescente florestal ribeirinho, onde as aves buscarão alimento e, ao usar os poleiros, liberarão sementes. Além disso, após realizado o

manejo adaptativo, a semeadura em quadros, juntamente com os núcleos de Anderson, proporciona uma maior cobertura de espécies nativas, impedindo o avanço de espécies exóticas.

Ainda, a prática de sucessão natural, quando associada ao controle de espécies exóticas invasoras pode ser utilizada para a restauração de áreas degradadas, pois o remanescente florestal próximo contribuirá no fornecimento de sementes.

### 1.3 Objetivos

Os **objetivos gerais** da dissertação serão estes:

- a) avaliar se os núcleos de Anderson, associados ou não com poleiros artificiais e transposição de solo, e a sucessão natural com controle de exóticas invasoras são eficientes para a restauração ecológica de uma área degradada na margem do Rio Forqueta com solo arenoso e abundância de plantas exóticas invasoras;
- b) analisar se técnica de semeadura em núcleos, adotada após a avaliação da evolução da cobertura vegetal exposta às diferentes técnicas de restauração, é capaz de acelerar o processo de restauração ecológica.

Já os **objetivos específicos** que servirão para melhor detalhar os conteúdos da dissertação serão estes:

- a) avaliar a eficiência da técnica de nucleação para a restauração de uma área degradada quando implantada de forma isolada e associada com transposição de solo e poleiros artificiais;
- b) avaliar as técnicas de restauração ecológicas aplicadas em uma área degradada na margem do Rio Forqueta e, com base nos resultados, investigar a eficiência de novas técnicas, conforme resultados obtidos e características ambientais;
- c) avaliar a eficiência do manejo adaptativo após a eliminação de duas técnicas de restauração, aplicando a técnica de semeadura em quadros, que se acredita gerar um maior adensamento de espécies nativas, impedindo o alastramento de exóticas invasoras;
- d) avaliar a eficiência da sucessão natural para a restauração de uma área degradada na margem do Rio Forqueta quando associada com práticas de roçada e arranquio de exemplares de espécies exóticas invasoras.

## 1.4 Justificativa

As florestas ribeirinhas dos rios e arroios da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari possuem alto índice de degradação, estando, em grande parte, reduzidas a uma estreita faixa de cobertura vegetal, tornando-se insuficiente para a proteção das margens. Isso tem gerado grandes danos ambientais e econômicas, tornando indispensável a realização de projetos de restauração de áreas degradadas. Ainda, devido aos grandes volumes de água causados pelas chuvas, as margens dos cursos hídricos acabam sofrendo muitos danos pela erosão, acentuando novamente a importância de projetos de restauração desses locais.

Apesar de alguns municípios estarem participando do Programa de Recuperação Sustentável da Mata Ciliar do Rio Taquari (PRSMCRT), os mesmos nem sempre possuem as informações de metodologias aplicáveis e quais espécies devem utilizar (BARROS, 2017). Portanto, a realização de um estudo da comunidade vegetal de remanescentes florestais de áreas próximas é essencial para a definição das espécies a serem utilizadas, bem como qual metodologia aplicar.

## 1.5 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada com um texto introdutório. No capítulo 2, o referencial teórico. No capítulo 3, com os resultados, dividido em duas partes: inicialmente, com um artigo científico, e na segunda parte, com o texto referente ao manejo adaptativo, apresentando os resultados da segunda etapa do experimento estabelecido em campo. Na sequência, a conclusão e as referências utilizadas em toda a dissertação. Por fim, são apresentados os anexos e os apêndices, inclusive em forma de produto técnico, conforme exigência do Programa de Pós-Graduação.

O artigo que compõe os resultados é identificado como “**Espécies exóticas invasoras constituem uma barreira para a restauração ecológica em margem de rio?**”, onde são apresentados os dados das avaliações das técnicas testadas e organizadas em cinco tratamentos durante o período de um ano. Este artigo está formatado de acordo com a revista *Brazilian Journal of Botany*, para a qual será submetido após considerações da Banca e tradução para a língua inglesa.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Florestas ribeirinhas**

As florestas ribeirinhas ocorrem nas margens dos cursos hídricos e constituem importantes estratégias de defesa dos mesmos, pois fornecem alimentos aos animais, proporcionam a dispersão vegetal, condicionam a temperatura das águas, melhoram a absorção de nutrientes e abrigam diversas espécies, tanto animais quanto vegetais (SEMA, 2007; LACERDA; BARBOSA, 2020).

Apesar de fornecer tais serviços ecossistêmicos, as florestas ribeirinhas vêm sofrendo degradações constantes devido ao uso incorreto da terra, principalmente pela agricultura, através de pastagens, e também pelas obras de grande porte, onde ocorre desmatamento excessivo, ocasionando perda das características locais (PAUMGARTTEN, 2018; EMBRAPA, 2015). Enchentes ou inundações também podem danificar as florestas ribeirinhas, pois as chuvas excessivas aumentam o volume de água corrente nos rios e arroios, ocasionando elevação do nível e, conseqüentemente, derrubam árvores da margem ou removem grandes quantidades de solos quando desprotegidas (CARMO; BONETTO, 2016).

Além disso, as florestas ripárias sofrem com a invasão por espécies exóticas. Estas são consideradas ameaças à diversidade, pois apresentam a capacidade de competir com as nativas (ZILLER; ZALBA, 2007). Como já dito por Ziller (2001), diante de sua alta capacidade de reprodução, dispersão e competição com espécies nativas, elas estão entre as principais ameaças aos ecossistemas, pois acabam afetando seu funcionamento e eliminam o espaço destinado a espécies nativas. Portanto, torna-se evidente a necessidade de ações de recuperação vegetal das margens para que as florestas ribeirinhas forneçam a proteção necessária aos cursos hídricos.

## 2.2 Legislação e florestas ribeirinhas

As florestas ribeirinhas constituem Áreas de Preservação Permanente (APPs) desde o Código Florestal de 1965 (Lei 4.771/1965), que estabelecia a preservação de 5 metros para os recursos hídricos com menos de 10 metros de largura, igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 a 200 metros de distância entre as margens, de 100 metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 metros. Atualmente, o Código Florestal foi substituído pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012), alterando a metragem (TABELA 1).

Tabela 1 - Faixa de vegetação a ser preservada de acordo com a largura do recurso hídrico, disposto pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

| <b>Largura do curso hídrico (Metros)</b> | <b>Área de APP (Metros)</b> |
|--|-----------------------------|
| Menos de 10                              | 30                          |
| De 10 a 50                               | 50                          |
| De 50 a 200                              | 100                         |
| De 200 a 600                             | 200                         |
| Superior a 600                           | 500                         |

Fonte: Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

No Brasil, em razão do uso inadequado de áreas protegidas e que se encontram degradadas, o Código Florestal de 1965 (Lei 4.771/1965) e a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) (Lei nº 12.651/2012) estabelecem normas gerais sobre a proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) (BRASIL, 1965; BRASIL, 2012) que devem ser preservadas, obrigatoriamente, e ainda, se necessário, recuperadas, também destaca a área total a ser recuperada varia de acordo com o tamanho do recurso hídrico e propriedade rural (módulos fiscais) (TABELA 2). E cabe ao órgão ambiental responsável fiscalizar e impedir a continuação de empreendimentos ou atividades causadoras de impactos ambientais das áreas protegidas, proporcionando a regeneração do ambiente.

Além disso, a LPVN determina que as propriedades e posses rurais sejam inscritas no Cadastro Ambiental Rural (CAR), a fim de compor a base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento. Com a inscrição no CAR até o dia 31 de dezembro de 2021 (conforme a Lei 13.887, de 17 de outubro

de 2019), os imóveis rurais têm direito à adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), que trata da regularização de APP, RL e de uso restrito até o dia 22 de julho de 2008 por atividades agropastoris, podendo ser efetivada através de recuperação, recomposição, regeneração ou compensação ambiental (BRASIL, 2012, 2019, 2022). Após a adesão ao PRA, cabe ao proprietário ou possuidor rural descrever como pretende regularizar os passivos ambientais através do Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas ou alteradas (PRADA), de acordo com o modelo estabelecido por cada Estado, auxiliando o proprietário durante o processo (SKORUPA *et al.*, 2021; BRASIL, 2012). Com o PRADA, características da área em questão são descritas, como os fatores de degradação envolvidos, vegetação e potencial de regeneração natural (SKORUPA *et al.*, 2021).

Tabela 2 - Faixa a ser recuperada correspondente à largura do curso hídrico e módulo fiscal.

| <b>Módulos fiscais</b> | <b>Faixa a ser recuperada</b>       | <b>Largura do curso hídrico</b> |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Até 1                  | 5 metros                            | Qualquer                        |
| De 1 a 2               | 8 metros                            | Qualquer                        |
| De 2 a 4               | 15 metros                           | Qualquer                        |
| Superior a 4           | Mínimo de 20 e máximo de 100 metros | De acordo com o PRA             |

Fonte: Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

### **2.3 Áreas degradadas**

Área degradada pode ser entendida como um local que possui, ou que já foi exposta a processos causadores de danos ambientais, havendo perda ou redução de suas propriedades ou qualidade produtiva (KOHLRAUSCH; JUNG, 2015). No Brasil, a degradação ambiental está relacionada com aspectos de clima, pobreza, agropecuária e questões socioeconômicas, e vem aumentando com o passar dos anos (PINTO, *et al.* 2019).

Um ambiente se torna degradado quando exposto a acontecimentos provocados por atividades humanas que acarretam alterações ambientais, dentre eles estão a urbanização, a extração mineral e a agropecuária (BOAVENTURA; CUNHA; SILVA, 2019).

A urbanização provoca consequências sobre o equilíbrio do meio ambiente, tais como desestruturação da topografia e hidrologia local, produção de sedimentos devido à erosão e contaminação dos mananciais por resíduos (KOBİYAMA; MINELLA; FABRIS, 2001). Em relação à atividade mineradora, destaca-se a perda de estruturação do solo, juntamente com a

disponibilidade de matéria orgânica e nutrientes como enxofre, fósforo e nitrogênio, necessários para o desenvolvimento das plantas, juntamente com os depósitos de rejeitos, podendo gerar contaminação do solo (SOARES; CASTILHOS, 2015).

Já a atividade agropecuária possui papel importante na degradação ambiental, pois causa a poluição dos recursos hídricos, emissão de gases de efeito estufa, redução da biodiversidade, compactação do solo ocasionada pelo pastejo do gado, além do monocultivo, irrigação inadequada, cobertura insuficiente do solo (WÜST; TAGLIANI; CONCATO, 2015; KOBAYAMA; MINELLA; FABRIS, 2001), uso excessivo de agrotóxicos, dentre outras.

Apesar das leis que visam à proteção da vegetação nativa, a situação no Brasil está precária, pois o surgimento de áreas degradadas aumenta a cada ano, causando erosão, assoreamento de rios, contaminação de águas subterrâneas e perda de biodiversidade, muitas vezes fatores relacionados a atividades antrópicas não planejadas corretamente (WEBLER, 2018; D'AGOSTIN *et al.*, 2017). Dentre os ecossistemas degradados, os rios e arroios são destaques devido aos impactos ambientais ocasionados pelas ações antrópicas, podendo causar desastres ambientais sem precedentes, pois estas acabam anulando funções importantes das florestas ribeirinhas (SOUZA; KOBAYAMA, 2003; RECH *et al.*, 2015).

## **2.4 Restauração de áreas degradadas**

Segundo o Decreto Federal 97.632/1989, a recuperação de áreas degradadas consiste no seu retorno a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à estabilidade do ambiente (BRASIL, 1989). Este conceito difere do conceito de restauração de áreas degradadas, que consiste no “retorno ao estado original da área, antes da sua degradação, onde aspectos como topografia, solo, vegetação, fauna e hidrologia apresentam as mesmas características anteriores a degradação” (TAVARES, 2008, p. 6). Ainda, de acordo com Nery *et al.* (2013), restauração é um processo que visa a recuperar aspectos da estrutura e funções ecológicas característicos do ecossistema alterado.

Para que ocorra a recuperação de uma área degradada, o ICMBIO, através da Instrução Normativa Nº 11, de 11 de dezembro de 2014, estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de projeto de recuperação. Para tanto, define a necessidade de elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRAD), sendo um instrumento de recuperação da vegetação nativa, apresentando uma análise ambiental da área, juntamente com os métodos e técnicas a serem utilizados

(ICMBIO, 2014). Ainda, o PRAD abrange desde Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal até Arborização Urbana, tornando-se um apoio na regularização dos imóveis rurais.

Em 2021, iniciou-se a Década da Restauração (2021-2030), proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU), com participação de mais de 190 países, com o intuito de proteger e revitalizar os ecossistemas, detendo a degradação e restaurando milhões de hectares de ecossistemas ao redor do mundo (ONU, 2015; ZANDONAI, 2021). Nela, inclui-se a Agenda 2030, que tem como objetivo um plano para a erradicação da pobreza extrema, a redução das desigualdades sociais e a proteção do Planeta (ONU, UNSSC, 2015).

A Agenda 2030 resultou na criação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), possuindo 17 objetivos e 169 metas de ação mundial com “prazo” até 2030, “abrangendo as dimensões ambiental, econômica e social do desenvolvimento sustentável, de forma integrada e inter-relacionada, onde cada país participante definem suas regras de acordo com suas políticas, programas e planos do governo” (BRASIL, ODS, 2022, texto digital).

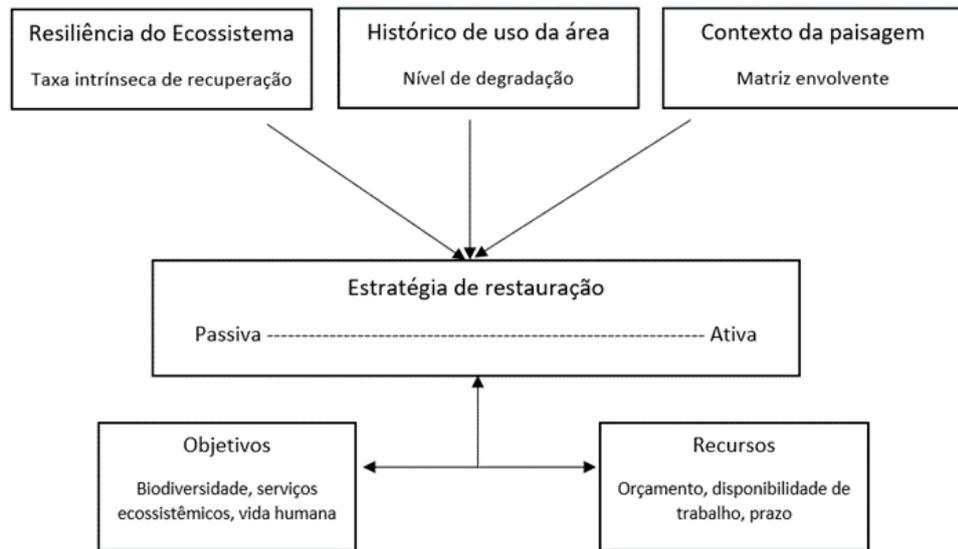
No que corresponde à restauração, os objetivos 13 e 15 são mais relevantes. O primeiro pelo fato de estar relacionado ao combate às mudanças climáticas. O segundo tendo como objetivo a vida terrestre, protegendo, recuperando e promovendo o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, revertendo a degradação da terra e perda de biodiversidade (BRASIL, ODS, 2022).

No caso do Brasil, o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG), criado em 2017, possui o objetivo de restaurar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, identificando metodologias de restauração utilizadas no Brasil e no mundo, além de implementar a agricultura de baixo carbono em 10 milhões de hectares (WRI BRASIL, 2021).

## **2.5 Restauração ativa e passiva**

Ao elaborar um projeto de restauração, é importante analisar e estudar a área alvo da atividade, pois é preciso escolher qual é a intervenção mais adequada para a localidade, relevando o estágio de degradação. Ainda, estudar o histórico do uso da área, analisar os arredores, escolhendo entre uma abordagem passiva ou ativa, mirando os objetivos e levando em consideração os recursos disponíveis (FIGURA 1) (LISBOA, 2019; HOLL; AIDE, 2011).

Figura 1- Fatores a serem considerados quando planejada uma estratégia de restauração



Fonte: Adaptado de Holl e Aide (2011).

A restauração passiva é preferida quando se observa que o ambiente tem condições próprias para se autor restaurar (sucessão natural), sem a interferência de atividades humanas, além da remoção das condições estressantes do ambiente, como, por exemplo, a retirada do gado da área e interrupção das atividades agrícolas (CIELO-FILHO; SOUZA, 2016; COUTINHO *et al.*, 2019). Porém, a restauração passiva necessita de mais tempo para promover o resultado esperado. Esse tempo depende da alteração das características do ambiente e do tempo em que a área ficou degradada (RUWANZA *et al.*, 2013). Além disso, a sucessão natural, infelizmente, não consegue fazer com que o ecossistema retorne às suas condições originais (ALMEIDA, 2016b). No entanto, a utilização passiva mostra-se com um custo benefício maior em relação à ativa, algo a ser considerado durante a estratégia de recuperação (DÍAZ-GARCÍA, 2020). Ainda, estudo realizado por Cielo-Filho e Souza (2016) mostra que a atividade passiva consegue atingir níveis altos na recuperação da riqueza de espécies, diversidade e síndromes de dispersão no local da restauração.

Porém, Mônico e Gandolfi (2019) destacam que a restauração passiva não garante a preservação da biodiversidade, pois não se sabe quais espécies estão sendo preservadas, e muito menos se estão sendo preservadas espécies em extinção, devido à dispersão de sementes das áreas no entorno; portanto, não deveria ser utilizada como opção prioritária para restauração.

Em contraste com a restauração passiva, a ativa exige a interferência humana na recuperação da área. Esse método é utilizado quando o ambiente não apresenta condições de se auto recuperar, devido ao estágio avançado de degradação (PRACH *et al.*, 2019). Apesar do

custo mais elevado, a utilização da restauração ativa pode ser mais efetiva em comparação à passiva, pois são utilizadas metodologias específicas que aceleram o processo de recuperação da área degradada (CAMPANHARO *et al.*, 2021). No entanto, exige a realização do diagnóstico.

## 2.6 Diagnóstico de uma área degradada

A fim de compreender a fase de planejamento da restauração, um diagnóstico da área torna-se necessário, juntamente com um zoneamento ambiental, contribuindo para o sucesso das ações a serem implementadas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Nesse diagnóstico são analisados diversos indicadores causadores de impactos ambientais, e eles podem ser divididos em ações antrópicas (atividades agrícolas, desmatamentos, introdução de espécies vegetais e animais e grandes empreendimentos) e naturais (fogo, geada, enchentes e deslizamentos) (ROPPA, 2009).

Ainda, o diagnóstico consegue detalhar se a área possui propriedades de regeneração natural, apenas eliminando os indicadores de controle de competição e auxiliando na condução dos indicadores regenerativos. Contudo, isso só é possível caso o histórico da área não tenha eliminado os regenerantes naturais ou as características paisagísticas do entorno da área (chegada de propágulos) (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). Ainda, para os mesmos autores e para Roppa (2009), a análise da área não pode ser realizada de maneira fragmentada, pois pode gerar resultados parciais de suas condições reais e um diagnóstico equivocado. Portanto, é preciso ter um nível de detalhamento ambiental estabelecido, auxiliando na tomada de decisões para os métodos de restauração a serem utilizados. Assim, são avaliadas características do meio físico (aspectos climáticos, levantamentos edáficos e recursos hídricos) e meio biótico (fitossociologia, reconhecimento da vegetação da área e arredores, banco de sementes e estudo da fauna local) (ALMEIDA, 2016c).

Os aspectos climáticos são importantes, pois relatam informações referentes às precipitações ao longo do ano, déficit hídrico, temperaturas e umidade relativa (ALMEIDA, 2016a; SÃO PAULO, 2009). Os fatores edáficos fornecem informações a respeito das funções que o solo terá no ambiente, sendo um meio de suporte e desenvolvimento vegetal, ou, ainda, atua em ciclos biogeoquímicos importantes e como barreira de resíduos ou retenção de elementos importantes para o ecossistema (ROVEDDER *et al.*, 2009).

Ao considerar os recursos hídricos do local, deve-se salientar a qual bacia hidrográfica o rio pertence, facilitando o planejamento e auxiliando na definição de obras de drenagem,

construção de drenos e canaletas (ALMEIDA, 2016a). Então, é fundamental diagnosticar o nível de degradação (erosão ou assoreamento) e uso do corpo da água a jusante da degradação (SÃO PAULO, 2009).

Ainda, estudos apontam que quanto menor a diversidade de espécies, menores serão as chances de sucesso em um projeto de restauração (DURIGAN *et al.*, 2010). Portanto, uma maior riqueza de espécies, algo exigido por lei, torna-se um fator determinante para um projeto de restauração, como exemplo, a Resolução SMA/SP n. 47/2003 (SÃO PAULO, 2003).

Junto a isso, outra etapa seria a realização de um levantamento do banco de sementes para saber se a sucessão natural é uma opção viável naquela área. As sementes podem ser provenientes da comunidade local, vizinhança, e de áreas distantes através de animais dispersores, e muitas vezes sua ativação depende do desmatamento do local, podendo recobrir a área degradada (ALMEIDA, 2016a; RABELO, 2018).

Além disso, a importância da fauna em uma área degradada é fundamental para que a mesma se recomponha. Animais dispersores de sementes e polinizadores obtêm um papel importante na recomposição florestal (SÃO PAULO, 2002). Assim, ter a caracterização e levantamento faunístico de cada estágio sucessional fornecerá subsídios para futuros monitoramentos (ALMEIDA, 2016a).

Realizado o diagnóstico, e com base nas informações obtidas, devem ser escolhidas as metodologias que se enquadrem às condições ambientais nele detalhadas.

## **2.7 Metodologias de restauração**

Existem diversas metodologias de restauração ativa de áreas degradadas e a escolha da melhor opção vai de acordo com alguns fatores que precisam ser relevados a partir do diagnóstico, como o grau de degradação, histórico da área, solo, clima, além da disponibilidade de sementes e mudas, máquinas e implementos agrícolas e recursos financeiros disponíveis (FERRETTI, 2002).

### **2.7.1 Nucleação**

Método de Nucleação baseia-se na criação de pequenos núcleos dentro da área degradada, imitando pequenos habitats, aumentando a biodiversidade local, para facilitar o recrutamento de espécies de fragmentos florestais vizinhos, do banco de sementes local, além de influenciar novos núcleos formados ao longo do tempo (SÃO PAULO, 2011). De acordo

com Minella e Bündchen (2011), a utilização de várias técnicas nucleadoras, em uma mesma área degradada, produz diversos fluxos naturais, aumentando a conectividade da paisagem, formando novas populações. Além disso, a nucleação é capaz de iniciar o processo de regeneração natural (SÃO PAULO, 2014).

### **2.7.2 Núcleos de Anderson**

O plantio de mudas em núcleos de Anderson é caracterizado pela utilização de espécies nativas pioneiras e secundárias, plantadas em grupos de cinco, nove ou treze mudas, com um espaçamento de até um metro entre as mudas, formando uma cruz, sendo a secundária no centro. A escolha dessa técnica está relacionada com as plantas que formarão uma nova comunidade resgatando a biodiversidade local. Importante selecionar espécies nativas, as quais possuem interação com a fauna, fornecendo alimentos e abrigo, além de exercer funções nucleadoras como fixadoras de nitrogênio (REIS; TRES; BECHARA, 2006).

O crescimento das mudas fornece sombreamento que auxilia no desenvolvimento de outras plantas de diferentes espécies, vindas tanto do banco de sementes do solo ou trazidas por animais que visitam o local (BIERAS *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2014).

### **2.7.3 Poleiros artificiais**

A utilização de poleiros artificiais como técnica nucleadora visa a proporcionar um local de pouso às aves, onde possam se alimentar, descansar, sentindo-se mais seguras em áreas abertas sem proteção natural contra predadores (CORTINES *et al.*, 2005). Após defecação ou regurgitação, as sementes de frutos consumidos são depositadas no solo, iniciando o processo de revegetação do local.

A utilização de poleiros artificiais é apontada como uma técnica de restauração de baixo custo, auxiliando na criação de um banco de sementes em áreas degradadas (TOMAZI; ZIMMERMANN; LAPS, 2010; TRES *et al.*, 2007).

### **2.7.4 Transposição de solo**

A transposição de solo resume-se em retirar pequenas porções de solo, juntamente com a serrapilheira, de áreas com um estágio sucessional mais avançado, e colocando-as em pequenos núcleos dentro da área degradada (TATSCH, 2011).

Essa técnica é uma alternativa viável por apresentar baixo custo de implementação e poder conter alta riqueza florística e densidade de sementes. Além das sementes que possam estar no solo, vegetando o local degradado, nutrientes e matéria orgânica auxiliam na recuperação da área (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010; MIRANDA NETO *et al.*, 2010).

### **2.7.5 Transposição de galharia**

A transposição de galharia consiste em um aproveitamento de material orgânico para criar pequenos habitats através da utilização de lenhas e galhos, desenvolvendo um ambiente propício à germinação de plântulas (COSTA, 2009). Os materiais utilizados podem rebrotar, fornecendo matéria orgânica ao solo e criando condições adequadas à germinação e crescimento de espécies adaptadas à umidade e sombreamento (SÃO PAULO, 2011).

Além disso, a galharia pode servir como abrigo para algumas espécies de animais dispersores de sementes, facilitando a chegada de propágulos de fragmentos vizinhos, favorecendo ainda mais o desenvolvimento da flora (REIS *et al.*, 2003).

### **2.7.6 Semeadura**

A semeadura é “uma técnica viável devido a sua praticidade, rapidez e baixo custo de implantação” (AGUIRRE *et al.*, 2015). Se comparadas com o plantio de mudas, a semeadura torna-se mais viável devido ao baixo custo, transporte e mão de obra na abertura de covas e plantio (EMBRAPA, 2015; AGUIRRE *et al.*, 2015).

A semeadura proporciona adensamento e enriquecimento do banco de sementes do solo, além de promover o recobrimento de solo (SILVA *et al.*, 2015), ainda possibilita maior riqueza de espécies implantadas (OLIVEIRA; ENGEL, 2017).

## **2.8 Avaliação da recuperação**

A avaliação pode ser entendida como análise dos indicadores ou variáveis ambientais e populacionais da área estudada. Pela avaliação é possível averiguar se o projeto alcançou os objetivos definidos na fase de planejamento (BRANCALION *et al.*, 2013). A avaliação das metodologias varia de acordo com o procedimento utilizado.

Em trabalhos onde foram avaliados os núcleos de Anderson, dados como altura das mudas, diâmetro do tronco à altura do solo, além da cobertura da copa e análise de sobrevivência foram analisados (DALPIZZOL *et al.*, 2021; SILVA, 2011; SGARBI, 2013).

Estudos que avaliaram a eficácia da transposição de solo, dados como números de plântulas que germinaram do banco de sementes do solo, identificados utilizando a literatura especializada, com consultas a herbários e especialistas, e ainda classificação quanto à forma de vida foram ressaltados (arbórea, arbustiva e herbácea) (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010).

Para a avaliação dos poleiros artificiais, analisadas as variáveis de Riqueza e Abundância de espécies com síndrome de dispersão ornitocórica, avaliação do material depositado debaixo dos poleiros, identificando o mesmo, além da análise da germinação ocorrendo ao redor dos poleiros (LIMA, 2017), a partir de levantamentos fitossociológicos.

Para a transposição de galharia, indícios de fauna (pegadas, penas, sementes zoocóricas), número de espécies regenerantes, juntamente com identificação, e espécies invasoras presentes nas galharias são indicadores a serem considerados na avaliação (COSTA, 2009). Já na semeadura, dados como altura, densidade de indivíduos, diâmetro do caule e número de indivíduos germinados são avaliados (AGUIRRE, 2012; OLIVEIRA, 2017).

## **2.9 Manejo adaptativo**

Apesar da disponibilidade de diferentes técnicas de restauração, muitas vezes surgem situações em que as mesmas não funcionam adequadamente, tanto por intervenções humanas, por características ambientais inadequadas às técnicas escolhidas ou por situações imprevisíveis como grandes períodos com falta de chuvas ou inundações (DURIGAN; RAMOS, 2013). Nestes casos, mudanças são necessárias para que ocorra o resultado esperado na restauração do local. O manejo adaptativo permite a adoção de novas metodologias, constituindo uma alternativa adequada para contornar as divergências e garantir o sucesso da restauração e atingindo os resultados esperados (DURIGAN; RAMOS, 2013). Ainda, de acordo com Gandolfi e Rodrigues (2013), são ações corretivas fundamentais para o sucesso da restauração, agindo como um complemento às técnicas utilizadas anteriormente.

### 3 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa dissertativa em duas partes: na primeira, o artigo científico intitulado: **Espécies exóticas invasoras constituem uma barreira para a restauração ecológica em margem de rio?** e na segunda parte: **O manejo adaptativo com semeadura em núcleos.**

Assim, na sequência:

3.1 Artigo

3.2 Resultados: O manejo adaptativo com semeadura em núcleos

### 3.1 Artigo

## **ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS CONSTITUEM UMA BARREIRA PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM MARGEM DE RIO?**



Fonte: Do autor (2022).

O artigo já está formatado segundo normas da Revista *Brazilian Journal of Botany*, para a qual será submetido após correções sugeridas pelos membros da Banca e tradução para a língua inglesa.

## Quais fatores bióticos e abióticos constituem barreiras para a restauração ecológica em margem de rio?

Augusto Pretto Chemin<sup>1,2</sup>, Carla Roberta Orlandi<sup>2,5</sup>, Amanda Janner Marques<sup>2,6</sup>, Marcos Vinícius Vizioli Klaus<sup>2,7</sup>, Mathias Hofstätter<sup>2,8</sup>, Liana Johann<sup>3,9</sup>, Mara Cíntia Winhelmann<sup>2,10</sup>, Cleberton Diego Bianchini<sup>4,11</sup>, Elisete Maria de Freitas<sup>2,12</sup>

<sup>1</sup>Corresponding author: [apchemin@universo.univates.br](mailto:apchemin@universo.univates.br);

<sup>2</sup>Universidade do Vale do Taquari – Univates, Laboratório de Botânica, 95914-014 Lajeado, RS, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade do Vale do Taquari - Univates, Laboratório de Biotecnologia, 95914-014 Lajeado, RS, Brasil.

<sup>4</sup>DuoTeB Engenharia e Meio Ambiente, Lajeado, RS, Brasil.

<sup>5</sup>[carla.orlandi@universo.univates.br](mailto:carla.orlandi@universo.univates.br);

<sup>6</sup>[amanda.marques@universo.univates.br](mailto:amanda.marques@universo.univates.br);

<sup>7</sup>[marcos.klaus@universo.univates.br](mailto:marcos.klaus@universo.univates.br);

<sup>8</sup>[mathias.hofstatter@universo.univates.br](mailto:mathias.hofstatter@universo.univates.br);

<sup>9</sup>[liana@univates.br](mailto:liana@univates.br);

<sup>10</sup>[marawinhelmann@gmail.com](mailto:marawinhelmann@gmail.com);

<sup>11</sup>[clebertonbianchini@duoteb.com](mailto:clebertonbianchini@duoteb.com);

<sup>12</sup>[elifau@univates.br](mailto:elifau@univates.br)

Resumo: O estudo teve, como objetivos, definir técnicas que favorecem a restauração ecológica de uma área degradada com abundância de plantas exóticas invasoras (EEI) e com solo arenoso, pobre em matéria orgânica e determinar fatores que podem interferir na restauração ecológica. A área de estudo está localizada na margem esquerda do Rio Forqueta no município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil. A área apresenta baixos teores de matéria orgânica e elevada quantidade de macro e micronutrientes, além de ser dominada por gramíneas exóticas invasoras. Foram aplicadas quatro técnicas de restauração ecológicas, constituindo cinco tratamentos: (1) Núcleos de Anderson (NA); (2) NA com transposição de solo (NA+TS); (3) NA com poleiros artificiais (NA+PA); (4) NA+TS+PA e (5) sucessão natural (TC), cada um com três repetições em delineamento experimental inteiramente casualizado. Uma roçada mecânica e outra química foram realizadas antes da aplicação das técnicas, e duas roçadas mecânicas em intervalos de cinco meses. A avaliação da sobrevivência das mudas e o acompanhamento da germinação nas transposições e nos poleiros, além da amostragem fitossociológica em três

tempos (T1= 3 meses; T2= 9 meses; T3= 13 meses), revelaram que as EEI influenciaram na redução da riqueza e nos percentuais de cobertura das espécies nativas, independentemente dos tratamentos aplicados. Condições do solo, baixa precipitação e temperaturas elevadas também dificultaram o crescimento e o estabelecimento de espécies nativas. As técnicas utilizadas não favoreceram a diversidade de espécies e a formação da cobertura vegetal com plantas nativas, não contribuindo para a restauração ecológica local, nem mesmo quando associadas duas ou três técnicas.

Palavras-chave: Espécies exóticas invasoras; Floresta ribeirinha; Recuperação ambiental; Área degradada. Sucessão natural.

## **Introdução**

Os ecossistemas que margeiam os recursos hídricos, apesar de protegidos desde o Código Florestal de 1965 (Lei 4771, de 15 de setembro de 1965) e, atualmente, pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) (Lei Federal nº 12.651 de 2012), estão entre os mais degradados em consequência do seu uso para cultivo agrícola, pastejo do gado, mineração e extração de madeira, dentre outras causas (Attanasio et al. 2012). Consequentemente, a vegetação dessas margens é composta, em geral, por estreitas faixas, apresentando alto nível de degradação, causando problemas ambientais e econômicos (Umeda et al. 2015). Isso as torna prioritárias em atividades de restauração ambiental (Reich and Francelino 2012). Nesse sentido, a LPVN estabelece a recuperação dessas áreas quando degradadas e determina que a vegetação nativa deve ser protegida ou ter seu uso restrito (Brançalion et al. 2016).

No entanto, a restauração dos ecossistemas degradados exige atenção especial desde a caracterização da área, seleção das técnicas a serem adotadas até a avaliação dos resultados. Técnicas nucleadoras, como núcleos de Anderson, poleiros artificiais, transposição de solo e sementeira em quadros priorizam processos sucessionais, favorecendo o caminho da sucessão natural (Bieras et al. 2015; Silva 2011; Silva 2011; Neto et al. 2010). Apesar de já terem sido aplicadas com êxito em vários estudos (Bechara et al. 2007; Ferreira 2014; Rodrigues et al. 2010), existem situações que dificultam a restauração em determinadas áreas, tais como solo empobrecido, interferência humana e abundância de plantas exóticas invasoras (EEI), tornando-as técnicas inadequadas.

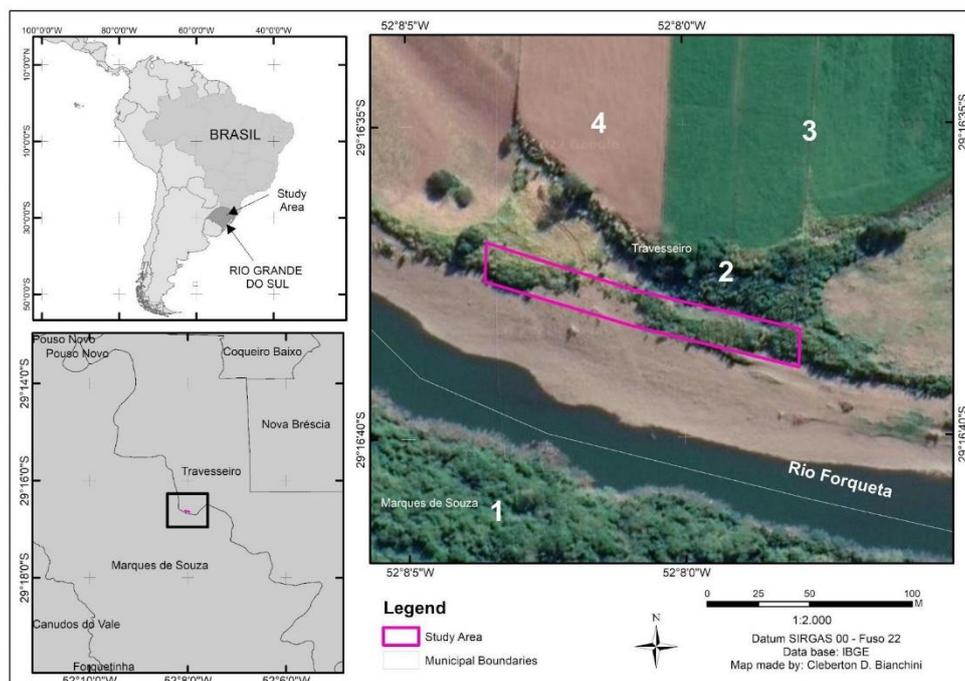
Diante disso, nosso estudo se propôs a avaliar se a técnica de núcleos de Anderson, associados ou não com poleiros artificiais e transposição de solo, e a sucessão natural com controle de exóticas invasoras são eficientes para a restauração ecológica de uma área degradada na margem do Rio Forqueta com solo arenoso e abundância de invasoras. Para tanto, nos propomos a responder às seguintes perguntas: (i) Qual das técnicas de restauração ecológica, aplicadas em uma área com abundância de plantas invasoras e com solo arenoso, favorece o desenvolvimento da cobertura vegetal de nativas e a diversidade de espécies, contribuindo para o sucesso da restauração ecológica? (ii) Quais são os efeitos da presença de gramíneas invasoras sobre a diversidade florística e o percentual de cobertura de espécies nativas ao longo do tempo? (iii) Existem outros fatores que podem interferir na restauração ecológica de uma área degradada na margem de um recurso hídrico sujeito a inundações? Partimos da ideia de que o crescimento rápido das plantas pioneiras dentro das nucleações fornece o sombreamento necessário para o desenvolvimento das espécies secundárias, promovendo a redução progressiva da cobertura de exóticas, constituindo um método eficiente na restauração da cobertura vegetal. Porém, a associação dos núcleos de Anderson com transposição de solo e poleiros artificiais seria mais eficiente para a promoção da restauração da área. Os poleiros, por exemplo, poderiam favorecer a chegada de espécies por sementes e frutos através das aves ao utilizarem os poleiros, já que na margem oposta do rio, na área do estudo, existe um remanescente florestal ribeirinho. Da mesma forma, o solo recolhido deste mesmo remanescente teria um banco de sementes capaz de promover o crescimento de espécies florestais, diversificando a comunidade local a ser restaurada. E ainda, a sucessão natural, quando associada ao controle de espécies exóticas invasoras e favorecida pela proximidade do remanescente, também seria uma técnica favorável à restauração da área, pois o remanescente florestal poderia contribuir com a dispersão de sementes.

### **Material e métodos**

Área de estudo – Localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, município de Travesseiro, inserida na região fitoecológica da Floresta Estacional Decidual do bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019). De acordo com a classificação de Köppen (Peel et al. 2007), o clima é subtropical úmido (Cfa), apresentando verão quente e inverno ameno, com precipitação pluviométrica diferenciada para ambas as estações. De acordo com a estação meteorológica da UNIVATES (Univates, 2022), nos anos de 2021 e 2022, a temperatura média anual da região do estudo foi de 20,6 °C e 23,5 °C, respectivamente. A precipitação média

mensal foi de 125 mm em 2021 e 169 mm em 2022. O solo é classificado como Chernossolo, apresentando níveis razoáveis de matéria orgânica e química (Streck et al. 2018).

Com largura média de 25 metros e 150 de comprimento, a área selecionada para o estudo possui solo arenoso com alta incidência de rochas e dominância de espécies exóticas invasoras. E, embora apresente solo exposto, não ocorrem processos erosivos. Nas proximidades da área de estudo, o solo é ocupado para cultivo agrícola e pastagens, com exceção da margem oposta do rio, onde existe um remanescente florestal preservado (Fig. 1). Para a aplicação das técnicas de restauração, toda a extensão da área foi dividida em 15 partes, identificadas no presente estudo como parcelas, todas do mesmo tamanho (250m<sup>2</sup>) e identificadas P1, P2, P3, ..., P15.



**Fig. 1** Limites da área de estudo localizada em uma área degradada, na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil, com a indicação do uso do solo nas proximidades. 1: Remanescente florestal; 2: Área com vegetação alterada em estágio inicial e dominada por exóticas invasoras; 3: Área de pastejo de gado; 4: Área para agricultura.

#### Diagnóstico da área de estudo:

Caracterização do solo – Em cada parcela foram coletadas três subamostras de solo a uma profundidade de 0 a 20 cm com o uso de um trado. A seguir, as subamostras de três parcelas foram unificadas, formando uma amostra

composta (P1-P2-P3; P4-P5-P6; P7-P8-P9; P10-P11-P12; P13-P14-P15), totalizando cinco amostras. O solo coletado foi armazenado em sacos plásticos, devidamente identificados, e enviados para análise física e química na Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Caracterização da vegetação local – A amostragem da cobertura vegetal foi realizada antes da divisão da área em parcelas, a partir da distribuição de 20 unidades amostrais (UA) de 1,0 m<sup>2</sup>, mantendo-se uma distância de 7,5 metros entre cada UA. Dentro das UA foi estimada a projeção horizontal da superfície ocupada pela parte aérea de cada espécie, do material morto, de rochas e solo exposto. Para a estimativa da cobertura, foi utilizada uma escala adaptada de Braun-Blaquet (1979), onde 0,1 correspondeu à cobertura inferior a 1%; 0,5 correspondeu à cobertura entre 1 e 5%; 1 correspondeu à cobertura de 5 a 10%, 2 à variação de 10 a 20% e assim sucessivamente até a escala 10 que correspondeu à variação de 90 a 100% da cobertura total da UA. A partir dos dados foram definidos os parâmetros de cobertura (C) e frequência(F) absolutas (A) e relativas (R), bem como o Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies amostradas, do solo exposto, rochas e material morto. Também foram definidos os índices de diversidade Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J).

A identificação das espécies ocorreu durante a amostragem e, quando não foi possível, foi realizada a coleta para posterior identificação a partir da comparação a material depositado em herbários, consulta a especialistas e chaves dicotômicas. Para a determinação das famílias foi utilizada o *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV 2016) e a nomenclatura das espécies seguiu a Flora e Funga do Brasil 2020. Quando fértil, o material botânico de cada espécie foi coletado e depositado no herbário HVAT do Museu de Ciências da Universidade do Vale do Taquari, Univates. As espécies exóticas foram classificadas em invasoras conforme Portaria SEMA nº 79/2013 e sua nomenclatura seguiu o *The International Plant Names Index* (IPNI).

### **Aplicação das técnicas de restauração**

As técnicas de restauração ecológica selecionadas e aplicadas na área de estudo foram Núcleos de Anderson (NA), Poleiros artificiais (PA), Transposição de solo (TS), de forma associada ou não, e Sucessão natural, sendo considerado o tratamento controle (TC). Cada tratamento foi distribuído em três parcelas (repetições) em delineamento experimental inteiramente casualizado: (NA) NA nas parcelas P4, P6 e P9; (NA+TS) NA associado com TS nas parcelas P1, P8 e P12; (NA+PA) NA associado com PA, aplicado em P3, P10 e P13; (NA+TS+PA) NA associado com TS e PA, aplicado em P2, P7 e P15; e (TC) sucessão natural, considerado como controle, e aplicado em P5, P11 e P14. Com o intuito de controlar as plantas exóticas invasoras, antes da aplicação

dos tratamentos, foi realizada uma roçada, seguida da aplicação de Glifosato. Durante o monitoramento dos tratamentos, foram realizadas mais duas roçadas mecânicas, em intervalos de cinco meses.

Em TC, a única intervenção realizada foi roçada a cada cinco meses, com o intuito de eliminar espécies invasoras. Em NA foram instalados 18 núcleos, cada um composto por cinco mudas, sendo quatro pioneiras e uma secundária inicial no centro, totalizando 90 mudas por parcela (Material suplementar 1). A distância entre as mudas foi de 50 centímetros. A classificação em pioneiras e secundárias iniciais seguiu o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (2018). Além disso, as espécies selecionadas são comuns em florestas ribeirinhas encontradas na região do estudo.

Em cada parcela de NA+PA foram instalados três PA e 15 NA. Os poleiros foram construídos com um poste de madeira de quatro metros de altura, com duas ramificações em formato de X para pouso das aves, um na altura de quatro metros e a outra a três metros. Em cada parcela de NA+TS foram estabelecidas 15 NA e seis TS. Cada transposição de solo ocupou um espaço de 1,0 m<sup>2</sup> onde foram distribuídos 20 litros de solo/serapilheira recolhido no remanescente florestal existente na margem oposta do rio. Em cada tratamento NA+PA+TS foram estabelecidos 12 NA, três PA e seis TS, mantendo as mesmas características dos tratamentos anteriores. Ao todo, foram 18 poleiros, 36 transposições de solo e 180 núcleos de Anderson.

### **Avaliação da evolução da cobertura vegetal ao longo do tempo**

A evolução da cobertura vegetal em cada parcela foi avaliada a partir da realização de três amostragens fitossociológicas (Tempo 1 = 3 meses; Tempo 2 = 9 meses; Tempo 3 = 13 meses). Em cada parcela foram estabelecidas seis UA de 1,0 m<sup>2</sup> seguindo a metodologia descrita no item do diagnóstico. A primeira amostragem foi realizada aos dois meses após a aplicação das técnicas e então, em intervalos de seis meses. Os parâmetros fitossociológicos foram comparados entre os tratamentos e ao longo do período de avaliação, considerando os mesmos tratamentos.

Poleiros artificiais - Uma UA de 1,0 m<sup>2</sup> foi instalada na base de cada poleiro para levantamento de novas germinações. Para qualificar e quantificar o uso dos poleiros, foram conduzidas observações de aves mensalmente, entre fevereiro de 2022 e fevereiro de 2023. Todos os registros foram realizados com auxílio de binóculo 8x40 e 10x50 e câmera digital fotográfica, por dois observadores, durante vinte minutos por parcela e posicionados a uma distância de aproximadamente 100 m dos poleiros para minimizar a interferência sobre as aves.

Transposição de solo - A avaliação foi realizada com o levantamento de espécies germinadas em cada espaço da transposição.

### **Análise dos dados**

Para a avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre a cobertura de espécies nativas e de solo exposto e os efeitos da cobertura de espécies exóticas sobre a cobertura de espécies nativas foram ajustados modelos lineares de efeito misto (linear mixed models – LMM) (Zuur et al. 2009). E, para avaliar o efeito dos tratamentos e da cobertura de espécies exóticas sobre a riqueza de espécies nativas (distribuição de Poisson) foram ajustados modelos lineares generalizados de efeito misto (generalised linear mixed models - GLMM). Devido à não-independência entre as unidades amostrais, as parcelas foram consideradas como efeito aleatório nos modelos. Todas as análises foram realizadas considerando os três tempos de amostragem: Tempo 1 (T1), Tempo 2 (T2) e Tempo 3 (T3) (Tempo 1 = 3 meses; Tempo 2 = 9 meses; Tempo 3 = 13 meses). Todas as análises foram realizadas no R (R Core Team, 2022).

### **Resultados**

**Diagnóstico: Uso e ocupação do solo e características físicas e químicas** - Até cerca de 15 anos atrás, a área do estudo era coberta por vegetação nativa, com espécies características de florestas ribeirinhas, identificadas pelo proprietário como sarandi (*Gymnanthes schottiana* Müll.Arg.), sarandi-amarelo (*Terminalia australis* Cambess.), açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.) e grápia (*Apuleia leiocarpa* Vogel). A partir de então, sem informar como realizou a interferência, citou que o local passou a ser utilizado para o cultivo de milho e abóbora com aplicação de herbicidas. Também informou que uma enchente ocorrida em 2010 removeu exemplares arbóreos que ainda existiam no local, desprotegendo totalmente a margem do rio. Além disso, quando ocorrem chuvas intensas e volumosas, a área é totalmente inundada com intensa correnteza, ocasionando destruição.

As análises físicas do solo mostraram dominância arenosa com baixo teor de argila e silte. As análises químicas do solo foram semelhantes para toda a área, havendo pequenas variações, mostrando ser um solo com baixo teor de matéria orgânica, níveis elevados de micronutrientes como cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B) e cálcio (Ca), diferente do enxofre (S), com nível baixo. Já os macronutrientes fósforo (P) e potássio (K) apresentaram valores muito altos. O pH médio foi de 5,9 e a capacidade de troca cátions (CTC) apresentou média de 11,52  $\text{cmol}_e/\text{dm}^3$  (Tabela 1).

**Tabela 1** Caracterização física e química do solo de cinco amostras compostas de uma área degradada, localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil. (Amostra 1= parcelas P1, P2 e P3; Amostra 2= parcelas P4, P5 e P6; Amostra 3= parcelas P7, P8 e P9; Amostra 4= parcelas P10, P11 e P12; Amostra 5= parcela P13, P14 e P15. Argila, silte e areia (%); MO= matéria orgânica (%); Unidades de medida: mg.dm<sup>-3</sup> para Cu, Zn, B, S, P e K; cmolC.dm<sup>-3</sup> para Ca).

| Amostra de solo | Argila | Silte | Areia | MO   | CTC   | Cu   | Zn  | B    | Ca   | S    | P         | K         | pH  |
|-----------------|--------|-------|-------|------|-------|------|-----|------|------|------|-----------|-----------|-----|
| 1               | 10     | 1     | 89    | 0,5  | 10,7  | 1,6  | 4,7 | 0,22 | 7,2  | 0,8  | 25,2      | 149       | 6,0 |
| 2               | 14     | 4     | 82    | 0,8  | 11,3  | 1,3  | 4,8 | 0,27 | 7,8  | 0,5  | 21,0      | 145       | 5,8 |
| 3               | 18     | 6     | 76    | 1,2  | 12,6  | 1,9  | 6,5 | 0,39 | 8,8  | 4,0  | 20,7      | 139       | 5,6 |
| 4               | 10     | 1     | 89    | 0,9  | 11    | 1,3  | 5,5 | 0,27 | 7,7  | 1,0  | 27,6      | 157       | 6,1 |
| 5               | 10     | 1     | 89    | 1,0  | 12    | 1,3  | 5,5 | 0,29 | 8,6  | 1,4  | 21,9      | 132       | 6,0 |
| Média           | 12,4   | 2,6   | 85    | 0,88 | 11,52 | 1,48 | 5,4 | 0,28 | 8,02 | 1,46 | 23,2<br>8 | 144,<br>4 | 5,9 |

**Diagnóstico: Condições climáticas** – Na região do estudo, o ano de 2021 foi marcado por pouca chuva (Fig. 2), correspondendo a cerca de 1500 mm distribuídos irregularmente ao longo do ano. Nos meses de novembro e dezembro, período em que as técnicas foram aplicadas, a precipitação foi baixa, com 45 mm e 29 mm, respectivamente. Já ao longo do ano de 2022 foram 2033 mm, seguindo a mesma irregularidade de 2021. Em janeiro e fevereiro foram 173 mm e 143 mm, quantidades insuficientes para amenizar os efeitos da seca iniciada em outubro de 2021. Já o mês de maio de 2022 foi marcado pela elevada precipitação (285 mm), quando as águas invadiram e destruíram boa parte das plantas dos núcleos e poleiros instalados. Já em setembro, novembro e dezembro ocorreram os menores volumes de chuva (74 mm, 43 mm e 99 mm, respectivamente). Ainda, segundo o Núcleo de Informações Hidrometeorológicas da Univates, os anos de 2021 e 2022 foram marcados por altas temperaturas, com máximas acima de 34°C nos meses de outubro, novembro e dezembro.



**Fig. 2** Precipitação mensais no período de 2021 e 2022 na área de estudo, Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil.

**Diagnóstico: Caracterização da vegetação existente** - Foram registradas 40 espécies e 18 famílias botânicas. Do total de espécies, 12 foram exóticas das quais, três foram classificadas como invasoras (*Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs e *Urochloa* sp.). As famílias mais numerosas foram Asteraceae (10 espécies), Poaceae (6) e Amaranthaceae (4). Material morto alcançou o maior IVI (27,40%), seguido por *C. dactylon* (10,57%), solo exposto (7,98%), rocha (6,48%), *Bidens pilosa* L. (6,46%) e *Amaranthus viridis* L. (4,94%). *Polygonum punctatum* Elliott e *Alternanthera tenella* Colla foram as primeiras espécies nativas no IVI, com 4,84% e 1,27%, respectivamente, correspondendo à sétima e 12ª posição do IVI. A CR da junção das espécies exóticas foi de 29,38%, enquanto 14,70% foram de nativas, 7,94% foram de solo exposto e o restante correspondeu a material morto (40,21%) e rochas (6,39%). Quanto aos hábitos, foram registradas duas espécies arbóreas com CR total de 0,23% e IVI de 1,21%: seis arbustivas com CR total de 0,64% e IVI de 3,97%, 27 herbáceas com CR total de 40,87% e IVI de 45,25%, uma trepadeira de CR de 0,15% e IVI de 1,17% e quatro subarbustivas com CR total de 0,64% e IVI de 3,97%.

#### **Avaliação das técnicas de restauração ecológica**

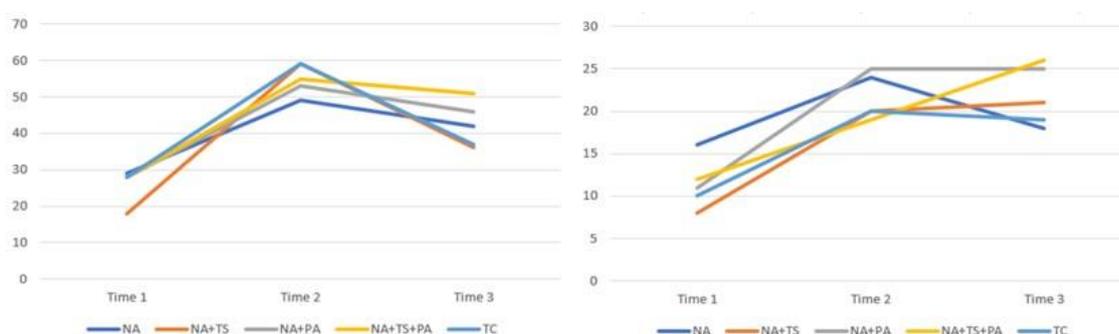
O levantamento da germinação nos poleiros artificiais e unidades das transposições de solo mostrou a inexistência de germinação de plantas nativas ao longo do tempo. No período de avaliação dos poleiros (12 meses)

foram observados 32 indivíduos pertencentes a 11 espécies de aves, e a seis famílias, cujos hábitos alimentares são granívoro, insetívoro e onívoro.

A avaliação da sobrevivência das mudas mostrou que apenas 20% (188 mudas) sobreviveram. A maior sobrevivência foi registrada para *Calliandra brevipes* Benth e *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze com 66,6% e 51,6% dos indivíduos sobreviventes. Já *Eugenia uniflora* L, *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton, *Salix humboldtiana* Willd., *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. e *Myrcianthes pungens* (O.Berg) D. Legrand tiveram menos de 10% de sobrevivência.

### Acompanhamento da evolução da cobertura vegetal após a aplicação das técnicas de restauração ecológica

Considerando o levantamento nos três tempos após a implantação das técnicas, foram contabilizadas 134 espécies de 41 famílias botânicas (Tabela 2), sendo 102 nativas e 32 exóticas. Destas, sete espécies foram arbóreas, 21 foram arbustivas, 88 herbáceas, seis trepadeiras e oito subarbustos. Em relação à riqueza de espécies amostradas por tratamento ao longo do tempo, houve um aumento do Tempo 1 para o Tempo 2, reduzindo para o Tempo 3, em todos os tratamentos (Fig. 3A). Já a riqueza de famílias aumentou no Tempo 2 e diminuiu no Tempo 3. Em NA+PA houve aumento no Tempo 2, mantendo-se constante no Tempo 3. Já em NA+TS e NA+TS+PA a riqueza aumentou gradativamente ao longo do tempo (Fig. 3B).



**Fig. 3** Riqueza de espécies (A) e diversidade de famílias (B) de uma área degradada, localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil, em todos os tratamentos, ao longo do Tempo 1, Tempo 2 e Tempo 3. NA: Núcleos de Anderson; NA+TS: Núcleos de Anderson + Transposição de solo; NA+PA: Núcleos de Anderson + Poleiros artificiais; NA+TS+PA: Núcleos de Anderson + Transposição de solo + Poleiros artificiais; TC: Tratamento Controle.

Entre as espécies exóticas, *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs, *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone, *Ricinus communis* L., *Urochloa* sp. e *C. dactylon* apresentaram os maiores percentuais de CR nos três tempos, considerando a área total. Entre as espécies nativas, *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, *Gomphrena elegans* Mart. e *Commelina erecta* L. apresentaram os maiores percentuais de CR considerando a área total, nos três tempos (Material suplementar 2). Considerando a amostragem fitossociológica no tempo 3, do tratamento controle (TC), *Gomphrena elegans* Mart. (3,86), *Richardia brasiliensis* Gomes (3,23) e *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist (3,19) foram as primeiras espécies nativas no ranking geral quando considerado o IVI, ocupando a oitava, nona e décima posição, respectivamente. Já as primeiras posições foram ocupadas por EEI: *C. dactylon* (8,5) e *Urochloa* sp. (7,1) na segunda e terceira posição do IVI, respectivamente; *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone (5,59) na sexta posição, e *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs (4,42) na posição sete. Quanto aos índices de diversidade, percebe-se que o H' aumentou progressivamente em todos os tratamentos ao longo do tempo, embora com poucas diferenças entre os tempos de cada tratamento e entre os tratamentos (Tabela 3). Já o J tendeu a diminuir no T2, exceto em NA+TS e TC, e voltou a se elevar em T3, mantendo valores mais elevados em T3, porém sem maior variação.

**Tabela 2** Índice de valor de importância (IVI) das espécies registradas nos três tempos de avaliação da comunidade vegetal nos tratamentos Núcleos de Anderson (NA), Núcleos de Anderson + Transposição de Solo (NA+TS), Núcleos de Anderson + Poleiros Artificiais (NA+PA), Núcleos de Anderson + Transposição de Solo + Poleiros Artificiais (NA+TS+PA) e Tratamento Controle (TC) para a restauração ecológica de uma área degradada localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil (NI= não identificada)

| Espécies   | Tempo 1 |       |       |          |       | Tempo 2 |       |       |          |       | Tempo 3 |       |       |          |       |
|--|---------|-------|-------|----------|-------|---------|-------|-------|----------|-------|---------|-------|-------|----------|-------|
|  | NA      | NA+TS | NA+PA | NA+TS+PA | TC    | NA      | NA+TS | NA+PA | NA+TS+PA | TC    | NA      | NA+TS | NA+PA | NA+TS+PA | TC    |
| Material Morto   | 29,74   | 35,67 | 25,95 | 40,57    | 29,91 | 16,10   | 15,19 | 16,47 | 17,81    | 15,77 | 16,19   | 19,73 | 18,22 | 16,71    | 19,64 |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.                                     | 7,69    | 8,87  | 7,68  | 3,71     | 13,69 | 9,13    | 14,01 | 6,84  | 6,95     | 10,56 | 13,10   | 14,49 | 8,62  | 6,30     | 8,50  |
| <i>Urochloa</i> sp.  | 10,07   | 10,89 | 5,63  | 12,08    | 4,11  | 3,11    | 9,20  | 4,12  | 7,14     | 6,55  | 7,18    | 8,45  | 1,99  | 4,56     | 7,11  |
| <i>Commelina diffusa</i> Burm.f.                                       | 8,39    | 1,27  | 2,26  | 4,09     | 5,94  | 0,00    | 0,00  | 1,63  | 0,00     | 0,36  | 3,77    | 3,03  | 4,56  | 4,48     | 6,51  |
| Solo exposto   | 13,84   | 6,22  | 11,00 | 13,76    | 4,33  | 11,24   | 4,89  | 9,38  | 10,65    | 5,90  | 9,96    | 1,89  | 3,43  | 8,39     | 5,62  |
| <i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone                          | 2,96    | 0,71  | 7,95  | 4,61     | 8,00  | 3,27    | 2,20  | 11,83 | 5,14     | 4,61  | 3,38    | 1,57  | 8,79  | 3,83     | 5,59  |
| <i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs            | 4,56    | 8,13  | 6,17  | 11,39    | 4,14  | 10,94   | 6,48  | 2,33  | 8,71     | 5,00  | 5,86    | 9,56  | 6,30  | 8,68     | 4,43  |
| <i>Gomphrena elegans</i> Mart.   | 0,62    | 1,34  | 1,93  | 4,14     | 0,00  | 1,36    | 1,83  | 1,64  | 3,26     | 2,23  | 1,68    | 4,60  | 2,79  | 2,92     | 3,87  |
| <i>Richardia brasiliensis</i> Gomes                                    | 0,52    | 0,00  | 0,74  | 0,00     | 0,00  | 1,39    | 0,68  | 0,94  | 0,55     | 1,06  | 2,27    | 3,00  | 1,45  | 1,88     | 3,24  |
| <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist                               | 5,43    | 0,00  | 0,36  | 1,13     | 4,29  | 2,85    | 0,88  | 2,00  | 2,57     | 2,23  | 4,24    | 2,27  | 3,95  | 3,94     | 3,20  |
| <i>Polygonum punctatum</i> Elliott                                     | 0,00    | 0,00  | 0,00  | 0,00     | 0,00  | 3,49    | 4,51  | 3,23  | 1,86     | 3,35  | 2,06    | 2,01  | 1,82  | 1,09     | 3,11  |
| <i>Nuttallanthus canadensis</i> (L.) D.A. Sutton                       | 0,00    | 0,00  | 0,00  | 0,00     | 0,00  | 0,00    | 0,00  | 0,32  | 0,00     | 0,00  | 0,78    | 0,00  | 0,83  | 0,00     | 2,22  |
| <i>Xanthium strumarium</i> L.  | 3,99    | 0,00  | 2,93  | 1,74     | 0,00  | 1,87    | 0,96  | 0,64  | 1,86     | 1,83  | 1,82    | 3,75  | 3,06  | 1,20     | 2,16  |
| <i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F.Macbr.                        | 0,00    | 0,00  | 0,00  | 0,00     | 0,00  | 0,92    | 0,58  | 0,94  | 0,58     | 1,12  | 1,23    | 0,96  | 1,96  | 1,31     | 2,10  |
| <i>Bidens pilosa</i> L.  | 1,65    | 1,46  | 1,17  | 0,78     | 0,00  | 2,84    | 1,02  | 1,79  | 3,05     | 1,76  | 0,00    | 2,24  | 1,90  | 3,73     | 2,03  |
| <i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ex Britton & P.Wilson | 0,00    | 0,00  | 0,00  | 0,00     | 0,00  | 0,89    | 2,05  | 0,91  | 1,11     | 0,91  | 0,78    | 0,88  | 1,53  | 1,44     | 1,68  |

|   |       |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Paronychia setigera</i><br>(Gillies ex Hook. & Arn.) F.Herm. | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,39 | 0,31 | 0,00 | 1,07 | 1,02 | 1,82 | 1,63 | 1,58 |
| <i>Digitaria ciliaris</i><br>(Retz.) Koeler                     | 11,86 | 6,50 | 8,77 | 10,88 | 1,91 | 0,00 | 0,27 | 0,92 | 0,00 | 0,47 | 0,00 | 0,00 | 2,26 | 1,09 | 1,48 |
| <i>Solanum americanum</i><br>Mill.                              | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,62  | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,64 | 0,31 | 0,52 | 2,14 | 1,43 | 0,40 | 1,09 | 1,40 |
| Rocha   | 8,26  | 0,00 | 6,56 | 2,23  | 7,67 | 2,56 | 0,87 | 4,55 | 2,56 | 3,09 | 3,00 | 0,88 | 2,50 | 2,07 | 1,28 |
| <i>Vernonanthura tweediana</i><br>(Baker) H.Rob.                | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,25 |
| <i>Ageratum conyzoides</i><br>L.                                | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,30 | 0,68 | 0,00 | 0,58 | 0,80 | 0,00 | 0,00 | 2,52 | 0,84 | 1,22 |
| <i>Senecio brasiliensis</i><br>(Spreng.) Less.                  | 0,00  | 0,00 | 0,36 | 0,00  | 0,00 | 0,41 | 0,61 | 0,32 | 0,31 | 0,93 | 1,16 | 0,96 | 1,37 | 1,55 | 1,19 |
| <i>Ipomoea alba</i> L.  | 0,52  | 0,00 | 1,24 | 1,40  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 1,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,40 | 3,70 | 1,16 |
| <i>Artemisia verlotiorum</i><br>Lamotte                         | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,41 | 1,40 | 0,32 | 1,07 | 1,16 | 0,00 | 0,55 | 0,75 | 0,30 | 0,86 |
| <i>Stemodia verticillata</i><br>(Mill.) Hassl.                  | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,65 | 0,27 | 0,29 | 0,58 | 0,29 | 0,36 | 0,82 | 0,70 | 0,00 | 0,80 |
| <i>Commelina obliqua</i><br>Vahl                                | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,76 |
| <i>Solanum mauritianum</i><br>Scop.                             | 1,78  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,96 | 0,00 | 0,00 | 0,76 |
| <i>Erechtites valerianifolius</i><br>(Link ex Spreng.) DC       | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,73 | 0,87 | 1,29 | 0,99 | 0,65 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,30 | 0,64 |
| <i>Alternanthera tenella</i><br>Colla                           | 0,00  | 2,44 | 1,09 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 1,48 | 0,00 | 0,31 | 0,00 | 0,00 | 0,78 | 0,92 | 0,00 | 0,52 |
| <i>Cyperus brevifolius</i><br>(Rottb.) Endl. ex Hassk           | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,33 | 0,58 | 0,29 | 0,58 | 0,00 | 0,76 | 0,55 | 0,35 | 0,28 | 0,52 |
| <i>Cantinoa mutabilis</i><br>(Rich.) Harley & J.F.B.Pastore     | 0,62  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,99 | 0,00 | 0,38 | 0,00 | 1,03 | 1,43 | 0,70 | 0,74 | 0,43 |
| <i>Dioscorea</i> sp.  | 1,38  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,43 |
| <i>Gamochoaeta coarctata</i><br>(Willd.) Kerguelen              | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,98 | 1,40 | 1,91 | 1,50 | 1,22 | 0,36 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 0,43 |





|  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. ex Spreng.) Cabrera | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,79 | 2,13 | 1,01 | 1,50 | 2,44 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,00 |
| <i>Heimia apetala</i> (Spreng.) S.A.Graham & Gandhi          | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Hypericum</i> sp.   | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Inga marginata</i> Willd.                                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Ipomoea indivisa</i> (Vell.) Hallier f.                   | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Ipomoea triloba</i> L.                                    | 1,76 | 0,00 | 0,00 | 0,78 | 3,01 | 0,59 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.                           | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,65 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 1,45 | 0,00 | 0,40 | 0,98 | 0,00 |
| <i>Juncaceae</i> (NI)  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Luehea divaricata</i> Mart.                               | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 0,47 | 0,00 | 0,76 | 0,00 |
| <i>Manihot grahamii</i> Hook.                                | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 0,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,76 | 0,00 |
| <i>Mazus pumilus</i> (Burm.f.) Steenis                       | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka                         | 0,00 | 0,00 | 1,37 | 0,00 | 0,00 | 0,85 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,61 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier f.                  | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.                           | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Mnesithea seloana</i> (Hack.) de Koning & Sosef           | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,31 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Nicotiana</i> sp.   | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Oenothera indecora</i> Cambess.                           | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Oxalidaceae</i> (NI1)                                     | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 1,06 | 0,64 | 0,31 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Oxalidaceae</i> (NI2)                                     | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Oxalis niederleinii</i> Knuth                             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,30 | 0,64 | 0,38 | 1,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,00 |

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Paspalum cf. mandiocanum</i> var. <i>mandiocanum</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Passiflora</i> sp.                                   | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Phenax uliginosus</i> Wedd.                          | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,30 | 0,00 | 0,28 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 |
| <i>Phyllanthus niruri</i> L.                            | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Phyllanthus sellowianus</i> (Klotzsch) Müll.Arg.     | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Physalis angulata</i> L.                             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,61 | 0,64 | 0,38 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Phytolacca thyrsoflora</i> Fenzl. ex J.A.Schmidt     | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Plantaginaceae</i> (NI)                              | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Plantago australis</i> Lam                           | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 |
| <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.               | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,00 |
| <i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.            | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltld.) Steud.   | 2,83 | 5,50 | 5,34 | 6,28 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,62 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton      | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Rubiaceae</i> (NI)                                   | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Ruellia angustiflora</i> (Nees) Lindau ex Rambo      | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Rumex</i> sp .                                       | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,27 | 0,00 | 0,31 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi                    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,00 |
| <i>Scrophularia peregrina</i> L.                        | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby       | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

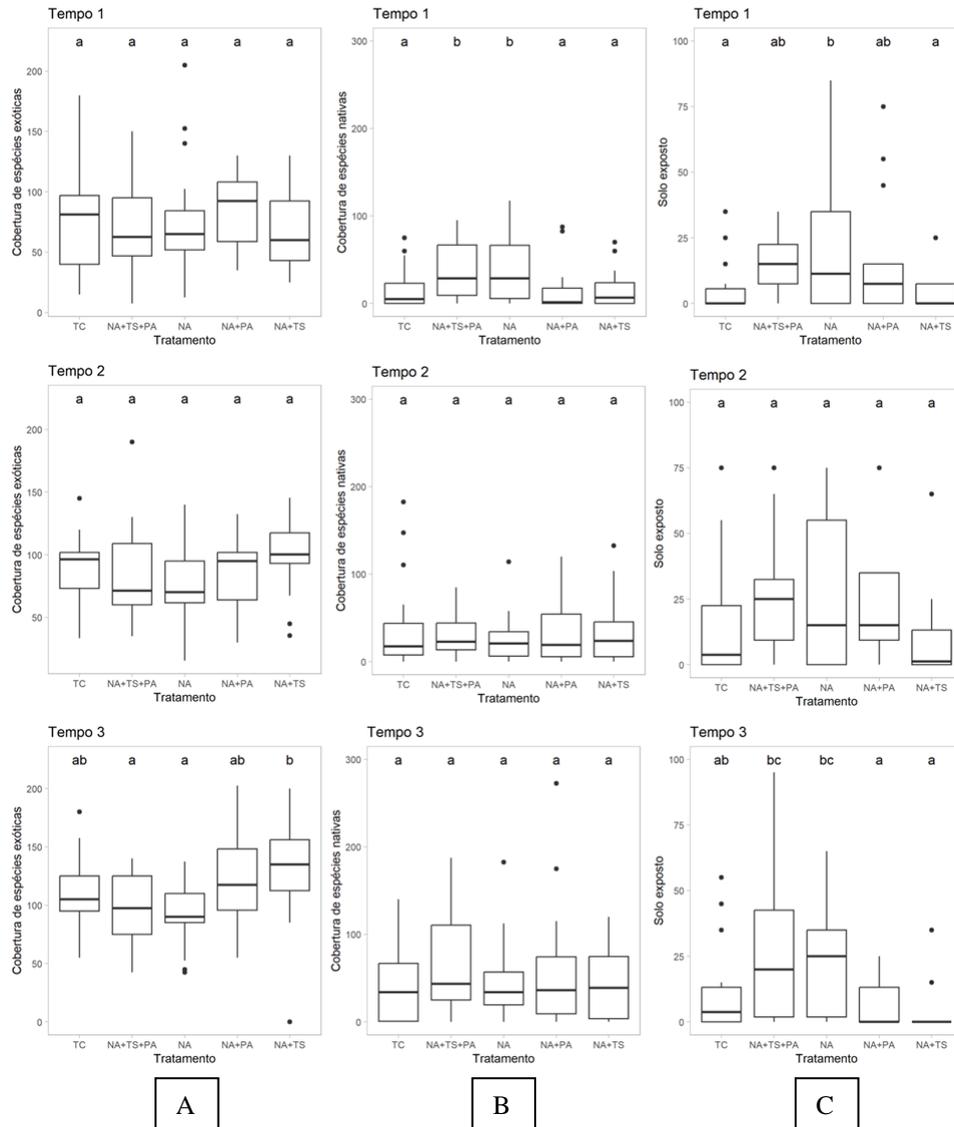
|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link           | 3,64 | 0,00 | 0,81 | 0,78 | 0,00 | 0,59 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Poir.          | 0,00 | 0,00 | 0,89 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 1,01 | 0,59 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen   | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sicyos polyacanthus</i> Cogn               | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,07 | 0,67 | 0,48 | 1,41 | 0,00 |
| <i>Sida planicaulis</i> Cav.                  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.           | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Soliva sessilis</i> Ruiz & Pav.            | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,68 | 1,11 | 0,28 | 0,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L.                   | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,68 | 0,29 | 0,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash       | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,91 | 1,14 | 0,00 | 1,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,39 | 2,35 | 2,71 | 0,99 | 2,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,44 | 0,00 |
| <i>Terminalia australis</i> Cambess.          | 0,97 | 0,00 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,59 | 0,60 | 0,00 |
| <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,34 | 0,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,59 | 0,28 | 0,00 |
| <i>Triumfetta cf. bartramia</i> L.            | 0,00 | 0,71 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd. | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Urtica circularis</i> (Hicken) Sorarú      | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,32 | 0,00 | 0,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Verbena litoralis</i> Kunth                | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,00 | 0,78 | 0,94 | 0,48 | 0,95 | 0,00 |
| Verbenaceae (NI)                              | 1,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Veronica peregrina</i> L.                  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Vicia cracca</i> L.                        | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Youngia japonica</i> (L.) DC.              | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

**Tabela 3** Índices de Shannon (H') e Pielou (J) em cada tratamento nos tempos 1 (T1= 2 meses), 2 (T2= 8 meses) e 3 (T3= 14 meses) em uma área degradada em processo de restauração ecológica, localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil. NA: Núcleos de Anderson; NA+TS: Núcleos de Anderson + Transposição de solo; NA+PA: Núcleos de Anderson + Poleiros artificiais; NA+TS+PA: Núcleos de Anderson + Transposição de solo + Poleiros artificiais; TC: Tratamento Controle.

| Time      | NA   |      | NA+TS |      | NA+PA |      | NA+TS+PA |      | TC   |      |
|-----------|------|------|-------|------|-------|------|----------|------|------|------|
|           | H'   | J    | H'    | J    | H'    | J    | H'       | J    | H'   | J    |
| <b>T1</b> | 1,86 | 0,55 | 1,35  | 0,47 | 1,61  | 0,48 | 1,99     | 0,59 | 1,40 | 0,47 |
| <b>T2</b> | 1,74 | 0,45 | 2,10  | 0,52 | 1,88  | 0,47 | 1,86     | 0,47 | 2,13 | 0,52 |
| <b>T3</b> | 2,02 | 0,54 | 2,10  | 0,59 | 2,26  | 0,59 | 2,25     | 0,57 | 2,18 | 0,60 |

Ao comparar a cobertura de espécies exóticas no Tempo 1, percebemos que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Para o Tempo 2, houve um pequeno aumento da cobertura de exóticas em relação ao Tempo 1, mas os tratamentos continuaram não se diferenciando entre si. Já no Tempo 3, a cobertura de exóticas aumentou em relação ao Tempo 2 e o tratamento NA+TS diferiu significativamente de NA e NA+TS+PA, que por sua vez, não diferiram de TC, NA, NA+TS+PA e NA+PA (Fig. 4A). As espécies responsáveis pelo alto percentual de exóticas invasoras foram *C. dactylon*, *Urochloa* sp., *M. maximus*, *C. purpureus* e *R. communis*, apresentando valores elevados de CR em todos os tratamentos e tempos.

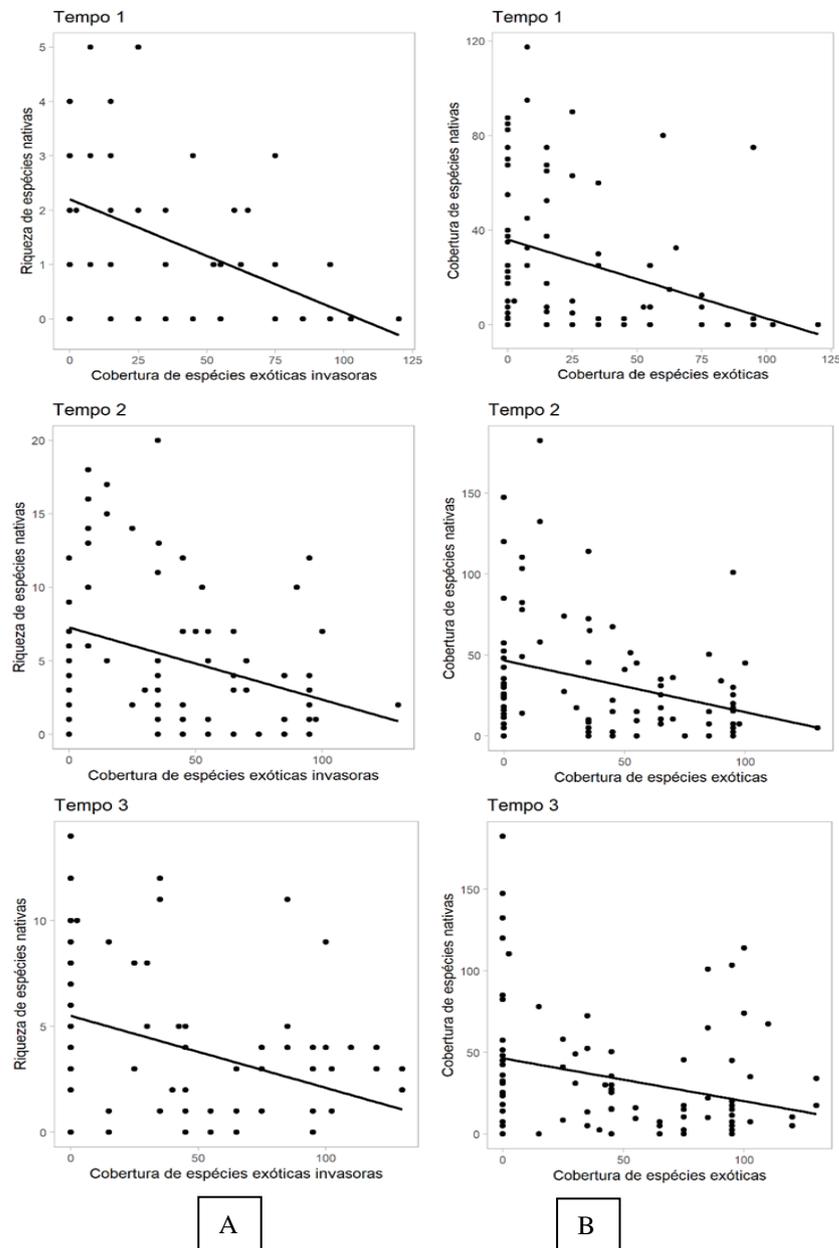
Ao analisar a cobertura vegetal de espécies nativas nos três tempos, no Tempo 1, os tratamentos NA e NA+TS+PA apresentaram as maiores médias de cobertura e diferiram dos demais tratamentos (TC, NA+PA e NA+TS). Já nos tempos 2 e 3, o percentual de cobertura de nativas não diferiu entre os tratamentos, porém, mesmo sem diferenças estatísticas, houve aumento no percentual de cobertura de nativas no Tempo 3 (53,6) em relação aos Tempos 1 (25,15) e 2 (32,98) (Fig. 4B). Em relação ao solo exposto, no Tempo 1, NA; NA+TS+PA e NA+PA apresentaram as maiores médias e não diferiram estatisticamente entre si. Por outro lado, TC e NA+TS, iguais entre si, diferiram somente de NA. No tempo 2, todos os tratamentos foram estatisticamente iguais, porém, houve maior percentual de solo exposto quando comparado ao Tempo 1. Já no Tempo 3, TC, NA+PA e NA+TS foram semelhantes entre si e diferiram significativamente, exceto o TC, de NA+TS+PA e NA, cujas médias foram as maiores e semelhantes entre si (Fig. 4C). Algumas das espécies nativas responsáveis pelo percentual de CR foram *Commelina erecta* L., *Gomphrena elegans* Mart. e *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist



**Fig. 4** Box-plot com os valores médios de cobertura de espécies exóticas (A), cobertura de espécies nativas (B) e solo exposto (C) nos tratamentos de restauração ecológica (NA: Núcleos de Anderson; NA+TS: Núcleos de Anderson + Transposição de solo; NA+PA: Núcleos de Anderson + Poleiros artificiais; NA+TS+PA: Núcleos de Anderson + Transposição de solo + Poleiros artificiais; TC: sucessão natural (controle)) em uma área degradada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil, nos tempos 1 (T1= 2 meses), 2 (T2= 8 meses) e 3 (T3= 14 meses) após aplicação das técnicas.

A riqueza e a cobertura de espécies nativas diminuíram progressivamente conforme aumentou a CA de espécies exóticas nas UA nos três tempos (Fig. 5A e 5B), mostrando correlação entre ambas. Do Tempo 1 para o Tempo 2, evidenciamos um aumento da riqueza de nativas, valores que reduziram no Tempo 3. O mesmo pode ser dito para os valores médios de CA de espécies nativas com a de espécies exóticas, revelando que a cobertura

de nativas diminuiu à medida que aumentou a cobertura de exóticas, aumentando do Tempo 1 para o Tempo 2, novamente diminuindo no Tempo 3.



**Fig. 5** Correlação entre a cobertura de espécies exóticas invasoras e a riqueza de espécies nativas (A) e correlação entre a cobertura de espécies nativas e a de espécies exóticas (B) nos tempos 1 (T1= 2 meses), 2 (T2= 8 meses) e 3 (T3= 14 meses) após aplicação das técnicas de restauração ecológica em uma área degradada, localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil.

## Discussão

A interpretação das análises do solo confirmam ser um solo arenoso, caracterizado pela alta drenagem de água e menor retenção desta (Centeno et al. 2017; Stefanoski et al. 2013). Este pode ser um dos fatores que, aliado à baixa precipitação registrada durante os meses de novembro de 2021 a janeiro de 2022 e novamente de setembro a dezembro de 2022, deve ter dificultado a germinação de sementes nas transposições, nos poleiros ou de sementes dispersas naturalmente a partir do remanescente florestal próximo. E ainda, pode ter influenciado na elevada mortalidade das mudas inseridas. Por outro lado, pode ter favorecido plantas de pastagens que, em geral, preferem solos arenosos (Lira-Martins et al. 2022; Prezotti and Guarçoni, 2013; Sobral et al. 2015), e o desenvolvimento de plantas invasoras, cujas características locais, segundo Crispim and Branco, (2002), constituem ambiente adequado a elas.

Além disso, em geral e como registrado nas análises do solo, estes, quando arenosos apresentam baixos teores de matéria orgânica e baixa capacidade de troca catiônica (CTC), ocasionando lixiviação de nutrientes, o que também resulta no baixo desenvolvimento e sobrevivência de indivíduos plantados ou germinados (Cunha et al. 2015). Porém, este não foi o caso da área de nosso estudo, pois tanto os valores de micronutrientes quanto macronutrientes estavam elevados. Acreditamos que o fator limitante para a sobrevivência e baixo crescimento das mudas tenha sido o baixo teor de nitrogênio, um macronutriente essencial para o crescimento vegetal e fornecido pela matéria orgânica (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 2007), cujos percentuais foram baixos em toda a extensão da área de estudo. Outro fator que pode influenciar no baixo crescimento das mudas é a lei do Mínimo, onde o desenvolvimento de uma planta é limitado pelo elemento em menor disponibilidade no solo, no caso, o nitrogênio (Mendes 2007).

Outro fator importante que pode ter afetado o estabelecimento das mudas e plântulas foram os valores elevados de micronutrientes Zn e B, por exemplo, quando em excesso, dificultam o crescimento de plantas. Já o Cu ocasiona a morte no estágio de plântula ou falha no crescimento, enquanto o Ca e o S elevados danificam os pontos de crescimento, causando seca nos ramos devido a danos nas paredes celulares. Tanto P quanto K apresentaram valores muito elevados para espécies pouco exigentes como as florestais, podendo ter colaborado para um crescimento abaixo do normal (Epstein and Bloom 2004; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 2016). Os valores do pH correspondem ao ideal para a disponibilidade de nutrientes, porém com quantidades elevadas de nutrientes, principalmente micro, as plântulas podem sofrer com toxidez (Filho 2016; Malavolta 1979). Esses

fatores podem ter contribuído para a não germinação tanto no entorno dos poleiros quanto nas transposições de solo e nas sementes dispersadas naturalmente na área.

Aliado às características do solo, os períodos de estiagem também limitaram a restauração local, pois a falta de água impede o alongamento celular e o estabelecimento das plântulas germinadas (Dias 2008; Martins et al. 2010; Gonçalves et al. 2009), uma das principais técnicas avaliadas em nosso estudo, tendo sido aplicada em 12 parcelas.

Em relação à temperatura, de acordo com Brancalion et al. (2010), tanto as espécies pioneiras quanto as não pioneiras têm suas taxas de germinação reduzidas quando a temperatura passa dos 25°C, tendo sido, provavelmente, outro fator que afetou a germinação embaixo dos poleiros artificiais e nas transposições de solo no período entre dezembro e fevereiro, logo após a sua aplicação. Neste período, as temperaturas foram elevadas, com média mensal de 25,3°C, 27,9°C e 26,1°C, respectivamente. Ainda, altas temperaturas provocam alteração no processo da fotossíntese, diminuindo a liberação de água pela planta na transpiração, aumentando muito a temperatura das plantas (Taiz et al. 2017), fator que pode ter contribuído para a baixa sobrevivência das mudas nos núcleos de Anderson.

Paralelo às condições do solo e dos efeitos do clima no período do estudo, as análises fitossociológicas mostraram dominância de espécies exóticas invasoras, todas da família Poaceae, em todos os tratamentos nos três tempos e com baixos valores de H' e J. Apesar da importância das espécies registradas como pastagem, são exóticas que apresentam facilidade para ocupar locais degradados, devido ao rápido crescimento, dispersão e tolerância a amplas variações ambientais (Dickfeldt et al. 2013; Leão et al. 2011; Pastore et al. 2012; Santos et al. 2013; Silva and Fabricante 2022; Silva et al. 2010). Em relação ao diagnóstico inicial e Tempo 1, em todos os tratamentos houve aumento de riqueza e de cobertura de espécies nativas no Tempo 2, provavelmente favorecidas pelo manejo inicial (roçada e herbicida), no entanto, ambos os parâmetros (riqueza e cobertura) diminuíram no Tempo 3 (Fig. 4A e Fig. 4B). A roçada associada ao herbicida diminuiu temporariamente a cobertura de espécies invasoras, proporcionando um aumento de espaço disponível para a germinação de outras espécies provenientes do banco de sementes do solo (Nóbrega et al. 2009). Porém, com o rápido crescimento das invasoras, cujo manejo seguinte foi constituído apenas por roçada, as nativas perderam espaço por sufocamento, sendo este novamente ocupado por *Urochloa* sp., *C. purpureus*, *C. dactylon* e *M. maximus*.

As espécies exóticas, classificadas como invasoras pela Portaria nº 79/2013 da SEMA, registradas na área de estudo com maior CR foram *C. dactylon* e *Urochloa* sp.. Já *Melinis repens* (Willd.) Zizka e *Psidium guajava* L., também listadas na Portaria, apresentaram valores menores de cobertura e frequência, ficando em posição inferior em relação ao IVI. Dentre estas, somente *M. repens* está classificada na Categoria 1, não sendo permitido o seu transporte, criação, soltura ou translocação, cultivo, propagação, comércio, doação ou aquisição intencional sob qualquer forma (Rio Grande do Sul 2013; Galvão et al. 2011; Lima et al. 2019). As demais invasoras registradas estão classificadas na Categoria 2 (podem ser utilizadas em condições controladas, com restrições). Outra espécie, não incluída na lista de invasoras da Portaria nº 79/2013, é *Ricinus communis* L., no entanto, ela apresenta comportamento invasor, principalmente em áreas degradadas (Moro et al. 2012), e está incluída na lista de invasoras do Brasil, sendo assim considerada também por Araújo; Cruz e Fabricante (2021). *M. maximus* também não é listada pela Portaria nº 79/2013, porém, diversos estudos a citam como invasora (Montovani et al. 2016; Reis et al. 2022; Reis et al 2022).

As três roçadas realizadas para eliminar as plantas exóticas invasoras, em intervalos de cinco meses, se mostraram ineficazes. Elloy et al. (2014) destacam que o controle mecânico da roçada deve ser realizado a cada dois meses (até o sexto mês) para que ocorra um controle adequado de espécies daninhas. No entanto, destaca-se que quando realizadas com mais frequência inviabilizam economicamente a restauração, sendo necessária a busca de outras alternativas. Por outro lado, Nunes (2001) informa que a prática de roçada não controla efetivamente espécies que possuem um rebrotamento rigoroso, como as registradas na área de nosso estudo. Em nosso caso, o controle das invasoras foi ineficiente, mesmo associando roçada com uma aplicação de herbicida sintético, indo contra ao que foi registrado por Machado, Pereira, Santos et al. (2012) que tiveram mais sucesso ao aplicar métodos concomitantes para a eliminação de invasoras.

Os resultados mostraram elevada cobertura de material morto. Segundo Cezimbra et al. (2021), isso é resultado da abundância de gramíneas exóticas, principalmente das invasoras que apresentam alta produção foliar, gerando quantidades elevadas de biomassa. Nessa biomassa gerada encontram-se sementes que irão compor o banco de sementes do solo, promovendo a germinação de novos indivíduos, criando um ciclo contínuo (Souza 2017).

O aumento significativo do percentual de solo exposto do Tempo 1 para o Tempo 2 deve ter sido em consequência da inundação ocorrida no mês de maio de 2022, quando a precipitação em alguns dias atingiu 160 mm (Fig. 2 e 3C). Bertol et al. (2010) confirmam que essas inundações são responsáveis pela deposição de solo, o

que observamos na área do estudo. Como consequência, houve mudas foram soterradas e quebradas nos NA, diminuindo a cobertura de espécies nativas (Freitas and Ximenes 2012) (Fig. 3B).

Além das condições climáticas e do solo, as mudas inseridas nos NA tiveram dificuldade no pegamento e desenvolvimento em razão da elevada cobertura das plantas invasoras, colaborando com uma baixa taxa de sobreviventes e baixo crescimento. Diversos trabalhos corroboram com isso ao constatarem que a taxa de sobrevivência foi baixa devido à acentuada cobertura vegetal de invasoras, com as quais competem por espaço e nutrientes, condições edáficas e estresse hídrico (Nave 2005; Martins et al. 2008; Proença et al. 2017; Fagundes et al. 2018). Resende and Leles (2017) destacam que o espaçamento entre as mudas e a qualidade do solo são fatores fundamentais para o desenvolvimento de espécies arbóreas e auxiliam na eliminação de gramíneas invasoras. Em nosso estudo, além das invasoras, o solo não apresenta as condições ideais para o crescimento das mudas. Aliado às condições do solo, as plantas nativas não conseguiram se desenvolver a ponto de diminuir a cobertura de espécies exóticas invasoras. Houve o inverso já que as invasoras cresceram excessivamente, apesar das roçadas, impedindo o estabelecimento das mudas nativas ou dificultando o seu desenvolvimento. A técnica aplicada em nosso estudo mostrou resultados contrários em relação ao trabalho de Bechara (Bechara et al. 2007), onde os NA forneceram microclima adequado para o desenvolvimento de outras espécies e eliminaram a *Urochloa* sp.

Em relação aos poleiros artificiais, acreditava-se que estes seriam ocupados por aves oriundas do remanescente florestal existente na margem oposta do rio, incluindo espécies frugívoras, dispersando sementes. No entanto, não foi o que ocorreu. Apesar de 11 espécies terem sido observadas, somente *Tyrannus melancholicus* (Vieillot 1819), com três indivíduos observados em dois dias, tem dieta que abrange frutos, sendo um potencial dispersor de sementes de espécies arbóreas. As demais espécies observadas possuem hábitos alimentares baseados em gramíneas e invertebrados (Jacobs and Fenalti, 2020; WikiAves 2022), não contribuindo para a regeneração da área de estudo. Portanto, na área de estudo, a utilização de poleiros artificiais como técnica restauradora, não foi eficiente, ao contrário de um estudo realizado na Paraíba, onde essa técnica proporcionou resultados satisfatórios (Silveira et al. 2015). A baixa ocupação da área por aves frugívoras corrobora com outros autores ao afirmarem que áreas degradadas, além de proporcionar pouca proteção e poucas fontes de alimento à fauna, são responsáveis pela redução na aparição de animais e geram desequilíbrio ecológico (Rezende 1998; Ciambelli 2008; Faxina and Schlemmermeyer 2004). Além disso, caso alguma semente tenha sido dispersada nos poleiros, uma das barreiras que impediram a germinação dos propágulos foi a competição com as gramíneas invasoras e as condições do solo (Zimmerman et al. 2000).

A ausência de germinação de espécies nativas características de florestas ribeirinhas nas transposições de solo, apesar de este ter sido recolhido no remanescente florestal da margem oposta à área de estudo, pode ter sido resultado de diferentes fatores. A falta de chuvas logo após a realização da transferência do solo, aliada às altas temperaturas, às características do solo que dificultam a germinação e favoreceram as espécies exóticas invasoras. E estas, por sua vez, com elevados percentuais de cobertura, impedem a germinação de possíveis propágulos provenientes do solo retirado, conforme afirma Ziller (2001). Além disso, não podemos confirmar a quantidade e a diversidade de sementes existentes no solo coletado, já que não estabelecemos um teste em casa de vegetação para avaliar o banco de sementes. Certamente, em razão das condições da área de nosso estudo, os resultados que obtivemos não corroboram com outros realizados. Martins et al. (2017) observaram que as transposições de solo possibilitaram a entrada de novas espécies na área. Já Rodrigues et al. (2010) obtiveram resultados diferentes, afirmando que a transposição de solo estimula a sucessão natural em áreas degradadas, quando transferidas para áreas com solo exposto.

O acompanhamento dos resultados, após a aplicação das técnicas que avaliam a evolução da cobertura vegetal, permite que novas intervenções sejam adotadas com o intuito de frear ou contornar os fatores que impedem a adequada restauração por meio do monitoramento adaptativo (Oliveira 2020; Westgate et al. 2013). Diante disso e dos resultados obtidos, acreditamos que a melhor alternativa para a restauração na área de estudo esteja em, primeiramente, realizar a remoção total das plantas invasoras que ocupam a área, utilizando máquinas agrícolas e lona preta em diferentes intervalos de tempo. A lona tem a função de eliminar plantas oriundas do banco de sementes do solo. No entanto, esta etapa precisa ser realizada em períodos de menor precipitação quando os riscos de inundação e perda do material são menores. Somente depois do controle das invasoras é que pode ser iniciada a implantação das técnicas de restauração ecológica. No entanto, por se tratar de margem de rio, do risco de novas invasões por plantas invasoras e da necessidade de promover o aumento de matéria orgânica no solo, é preciso inserir plantas que promovam a rápida cobertura do solo (adubação verde), seguido da introdução de mudas e sementes de espécies florestais de diferentes hábitos e grupos sucessionais.

## **Conclusão**

Diferente do esperado, as técnicas utilizadas não favoreceram a diversidade de espécies e a formação da cobertura vegetal com plantas nativas, não contribuindo para a restauração ecológica local, nem mesmo quando adotadas mais de uma técnica. Independentemente do tipo de técnica de restauração aplicada, estando ou não

associadas a outra(s), não é possível definir um tratamento mais eficiente na restauração ecológica. A elevada cobertura de espécies exóticas invasoras influenciou na riqueza e cobertura de nativas, sendo determinante para o insucesso das técnicas, ocorrendo o inverso do que esperávamos. Tanto as condições do solo, com baixos teores de matéria orgânica e nitrogênio e excesso de alguns macro e micronutrientes, quanto a falta de chuvas e temperaturas elevadas logo após a implantação das técnicas, foram fatores que dificultaram a restauração ecológica. Somente uma espécie de ave que ocupou os poleiros se alimentava de frutos, porém, diferente do esperado, provavelmente não contribuiu para a dispersão de sementes. Acreditamos que a ausência de fonte de alimentos fora do remanescente florestal existente na margem oposta do rio seja a causa para a baixa ocupação destes. E ainda, é provável que a baixa precipitação e as temperaturas elevadas, associada à abundância de invasoras, dificultaram a germinação de sementes nas transposições do solo ou que possam ter sido dispersas pelas aves nos poleiros, não contribuindo para a diversificação de espécies.

Apesar disso, houve um pequeno aumento na riqueza de espécies nativas ao longo do tempo, quando comparados os dados da comunidade vegetal existente antes da aplicação das técnicas. Houve aumento de cobertura vegetal ao longo do tempo, com a contribuição de plantas nativas e de exóticas, no entanto, mesmo com aumento da riqueza, a cobertura destas não superou a cobertura de exóticas. *C. dactylon*, *Urochloa* sp., *M. maximus* e *C. purpureum* apresentaram o maior percentual de cobertura, colaborando, juntamente com outras espécies exóticas, para a baixa cobertura de espécies nativas. As roçadas não foram suficientes para eliminar as espécies exóticas, tornando impossível a sucessão natural na área.

Desta forma, para o sucesso na restauração da área do estudo e de outras com características semelhantes, torna-se necessária a adoção de medidas para eliminar as espécies exóticas invasoras, iniciando com a sua remoção total, seguido da aplicação de plantas que promovam o incremento de matéria orgânica ao solo. Somente com o controle das exóticas invasoras é que as técnicas de restauração ecológica podem ser aplicadas, utilizando espécies de diferentes hábitos e grupos sucessionais.

## Referências

Araújo KCT, Cruz ABS, Fabricante JR (2021) Invasão biológica na Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, Aracaju, Sergipe, Brasil. *Revista da Biologia e Ciências da Terra* 21: 72-82.

Attanasio CM, Gandolfi S, Zakia MJ et al. (2012) The importance of the riparian areas for hydrologic sustainability of the land use in watersheds. *Bragantia* 71: 493-501. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000001>

Avila AL, Araujo MM, Gasparin E (2011) Characterization of the vegetation and species for recovery of riparian forest, Ijuí, RS. *Ciência Florestal* 21: 251-260. <https://doi.org/10.5902/198050983229>

Bechara FC (2006) Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Dissertation, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

Bechara FC (2007) Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras de Biodiversidade. *Revista Brasileira de Biociência* 5: 9-11.

Beraldini AM, Vazquez GH (2020) Diagnosis of urban riparian forests in Votuporanga/SP: Invasive exotic vegetation survey. *Geoambiente On-line* 37: 282-303. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.vi37.57255>

Bertol I, Vásquez EV, González AP et al. (2010) Sediments transported from and Hapludox through water erosion events. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34: 245-252. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100025>

Bieras AC, Souza TM, Abdo MTVN et al. (2015) The use of nucleation techniques in the restoration of degraded areas in the Polo Centro Norte-APTA, Pindorama-SP and in IMES-Catanduva-SP, Brazil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 10: 14-25. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i3.3404>

Brancalion PHS, Garcia LC, Loyola R et al. (2016) A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação* 14: e1-e16. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.004>

Brancalion PHS, Novembre ADLC, Rodrigues RR (2010) Optimal temperature for seed germination of Brazilian tree species. *Revista Brasileira de Sementes* 32: 15-21. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000400002>

Brasil (1965) Código Florestal Brasileiro. <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-publicacaooriginal-1-pl.html> Accessed 08 November 2021.

Brasil (2012) Lei de Proteção da Vegetação Nativa. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm) Accessed 08 November 2021.

Braun-Blanquet, J (1979) *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume, Madrid.

Carvalho PER (2003) *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica.

Centeno LN, Guevara MDF, Cecconello ST et al. (2017) Textura do solo: Conceitos e aplicações em solos arenosos. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade* 4: 31-37. <https://doi.org/10.15210/rbes.v4i1.11576>

Cezimbra LD, Porto AB, Overbeck GE (2021) Invasion by exotic grasses in grassland on palaeodunes: effects on floristic diversity. *Oecologia Australis* 25: 821-833. <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/41060>

Ciambelli CP (2008) Levantamento de aves e sua contribuição para a recuperação da Floresta Estadual de Botucatu – Botucatu / SP. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista.

Correa PF, Elias GA, Pezente G et al. (2019). Analysis of recovery plans of degraded areas by clay mining in southern Santa Catarina, Brazil. *Revista Tecnologia e Ambiente* 25: 273-288. <https://doi.org/10.18616/ta.v25i0.4669>

Crispim SMA, Branco OD (2002) Aspectos gerais das Braquiárias e suas características na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. Embrapa Pantanal, Corumbá.

Cunha TJF, Mendes AMS, Giongo V (2015) Matéria orgânica do solo. In: *Recurso solo: propriedades e usos*. São Carlos, Cubo.

Davide AC, Botelho SA, Faria JMR et al. (1996) Performance of riparian tree species planted on the shores of the Camargos Reservoir, Itutinga, MG, Brazil. *Cerne* 2: 20-34.

Detoni ML (2009) Galhas em *Calliandra brevipes* Benth (Fabaceae: Mimosoidae): uma abordagem metabólica em um novo modelo vegetal co-habitado por distintos himenopteros galhadores. Dissertation, Universidade Federal de Juiz de Fora.

- Dias LB (2008) Água nas plantas. Universidade Federal de Lavras. <http://r1.ufrj.br/cfar/d/download/Relacao%20solo%20agua%20planta.pdf> Accessed 08 February 2023.
- Elloy E, Caron BO, Trevisan R et al. (2014) Adequate time to control invasive plants in forest plantings. Brazilian Revista Ciência da Madeira 5: 80-84. DOI: 10.12953/2177-6830.v05n02a01
- Epstein E, Bloom AJ (2004). Nutrição mineral das plantas. Editora Planta.
- Fagundes NCA, Braga LL, Silva WA et al (2018). Survival of saplings in recovery of riparian vegetation of Pandeiros river (MG). Floresta e Ambiente. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.021215>
- Faxina C, Schlemmermeyer T (2010) Composição da avifauna na mata ciliar de dois córregos, município de Naviraí, Sul de Mato Grosso do Sul, Brasil. Atualidades Ornitológicas On-line. Accessed 05 January 2023.
- Fedrizzi TZ, Vieira CL, Bracagioli Neto A (2020) Natural engineering and agroforestry systems: effective tools to control water erosion in Dilúvio Stream in Porto Alegre (RS). Congresso Brasileiro de Ecologia, São Cristóvão.
- Ferreira GI (2014) Poleiros artificiais como núcleos de dispersão de sementes e fatores que influenciam este processo em área de cerrado sensu stricto no triângulo mineiro. Dissertation, Universidade Federal de Uberlândia.
- Filho OFL (2016) Toxicidade de Micronutrientes em Sorgo-Sacarina: Diagnose Visual. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados.
- Fonseca DA, Backes AR, Rosenfield MF et al. (2017) Evaluation of the natural regeneration in a restoration planting area and in a reference Riparian Forest. Ciências Florestal 27: 521-534. <https://doi.org/10.5902/1980509827733>
- França AC, Silva RG, Matricardi EAT et al. (2020) Susceptibility to the invasion of federal Conservation Units by invasive alien species of terrestrial flora. Agropecuária Científica no Semiárido 16: 126-133.
- Freitas CM, Ximenes EF (2012) Floods and Public Health: a review of the recent scientific literature on the causes, consequences and responses to prevention and mitigation. Ciência e Saúde Coletiva 17: 1601-1625. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600023>
- Galvão AKL, Silva JF, Albertino SMF et al. (2011) Phytosociological assessment of pastures under flooded low land conditions in the State of Amazon, Brazil. Planta Daninha 29: 69-75. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000100009>
- Gonçalves JFC, da Silva CEM, Guimarães DG (2009) Photosynthesis and water potential of andiroba seedlings submitted to water stress and rewetting. Fisiologia Vegetal 44: 8-14. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100002>
- Jacobs F, Fenalti P (2020) Guia de identificação Aves do Rio Grande do Sul. Pelotas, Editora Aratinga.
- Liaffa ABS (2020) Ecological restoration in Cerrado: intense soil plowing and high density of seeding do not eliminate the necessity of alien invasive grasses eradication. Dissertation, Universidade de Brasília.
- Lima DFB, Rempel C, Eckhardt R (2007). Análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari proposta de zoneamento ambiental. Geografia 16: 51-77.
- Lima JR, Silva RG, Tomé MP et al. (2019). Phytosociology of the woody and herbaceous plant assemblages in an area of caatinga in Paraíba State, Brazil. Hoehna 46: e792018. <https://link.shttps://doi.org/10.1590/2236-8906-79/2018>
- Lira-Martins D, Nascimento DL, Abrahão A et al. (2022) Soil properties and geomorphic processes influence vegetation composition, structure, and function in the Cerrado Domain. Plant and Soil 476: 549-588. <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05517-y>
- Machado VM, Santos JB, Pereira IM et al. (2012) Mechanical and chemical control of weeds in areas in recovery. Revista Brasileira de Herbicidas 11: 139-147. <https://doi.org/10.7824/rbh.v11i2.153>

- Martins CR, Leite LL, Haridasan M (2004) Molasses grass (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), an exotic species compromising the recuperation of degraded areas in conservation units. *Revista Árvore* 28: 739-747. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000500014>
- Martins DAP, Lanzarini AC, Heinz CF et al. (2017) Evaluation of the litter and soil seed bank transposition in a degraded area in the “Planalto Catarinense” region. *Revista Floresta* 47: 237-246. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v47i3.52237>
- Martins MO, Nogueira RJMC, Azevedo Neto AD et al. (2010) Growth of the neem (*Azadirachta indica* a. juss. - Meliaceae) seedlings under water deficit. *Revista Árvore* 34: 771-779. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500002>
- Martins SV, Almeida DP, Fernandes LV et al. (2008) Seed bank as indicator of restoration of a kaolin mining - degraded area in Brás Pires, MG. *Revista Árvore* 32: 1081-1088. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000600013>
- Malavolta (1979) ABC da adubação. Agronômica Ceres, São Paulo.
- Mazzuchelli EHL, Souza GM, Pacheco AC (2014) Hardening of eucalyptus seedlings via salicylic acid application. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 44: 443-450. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000400012>
- Mcdonald T et al. (2016) International standards for the practice of ecological restoration - including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, DC.
- Mendes AMS (2007) Introdução a fertilidade do solo. In: Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água. MAPA, SFA-BA, Embrapa Semi-Árido, Embrapa Solos, Recife.
- Monteiro JS, Leite MB, Wink C et al (2010) INFLUENCE OF PLANTING ANGLE ON THE SHOOTING AND ROOTING OF CUTTINGS OF *Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll. Arg. (Klotzsch) Müll. Arg. *Ciências Florestal* 20: 523-532. <https://doi.org/10.5902/198050982066>
- Montoani MC, Dias J, Torezan JMD (2016) Mowing and herbicide application to control *Megathyrus maximus*: damage on pre-existing vegetation in a 20-year reforestation site. *Ciencia Florestal* 26: 839-851. <https://doi.org/10.5902/1980509824212>
- Moro MF, Souza VC, Oliveria-Filho AT et al. (2012) Aliens in the room: what to do with exotic species in taxonomic, floristic and phytosociological studies? *Acta Botanica Brasilica* 26: 991-999. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000400029>
- Nascimento DF, Leles PSS, Neto SNO et al. (2012) Initial growth of six forest tree species in different spacing conditions. *Cerne* 18: 169-165. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000100019>
- Nave AG (2005) Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na fazenda intermontes, município de ribeirão grande, SP. Dissertation, Universidade de São Paulo.
- Neto AM, Kunz SH, Martins SV et al. (2010) Transposition of soil seed bank as a methodology of forest restoration of abandoned pasture in Viçosa, MG. *Revista Árvore* 34: 1035-1043. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000600009>
- Neves EJM, Santos AM, Gomes JBV, Ruas VG, Ventura JA (2016). Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa. Embrapa Florestas, Colombo.
- Nóbrega AMF, Valeri SV, de Paula RC et al. (2009) Seed bank of natural forest remainders and reforestation areas in a Mogi-Guaçu river floodplain, Luiz Antônio County, São Paulo State, Brazil. *Revista Árvore* 33: 403-4011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000300002>
- Nunes FP, Pinto MTC (2007). Local knowledge about the importance of the reforested gallery forest in the environmental conservation of the upper Rio São Francisco, Minas Gerais. *Biota Neotropica* 7: bn03307032007. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000300019>
- Nunes SG (2001) Controle de plantas invasoras em pastagens cultivadas no Cerrados. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande.

- Oliveira CDCDE (2020) Seasonal Semideciduous Forest under restoration: comparison with reference ecosystems and adaptive management. Dissertation, Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Campus de Botucatu.
- Pedrotti A, Chagas RM, Ramos VC et al. (2015) Causes and consequences of the process of soil salinization. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* 19: 1308-1324. <https://doi.org/10.5902/2236117016544>
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA (2007) Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633-1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Prezotti LC, Guarçoni AM (2013) Guia de Interpretação de análise de Solo e Foliar. DCM/Incapar, Vitória.
- Proença MS et. al (2017) Espécies nativas e exóticas no ensino de Ciências: uma avaliação no conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental. *Contexto e Educação* 32: 213-247. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2017.103.213-247>
- R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- Reich M, Francelino MR (2012) Evaluation of the recovery potential of modified areas in Permanent Protection Areas of watercourses in the municipality of Rio Branco, Acre. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais* 7: 157-168. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v7i2.601>
- Reis A, Tres DR, Scariot EC (2007) Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. *Pesquisa Floresta Brasileira* 55: 67. <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/120>
- Reis DO, Mendonça DA, Gomes Jr. J et al. (2022) Sociability of native species of the Atlantic Forest with the exotic invader *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs. *Open Journal Systems* 10: 002-012. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6791577>
- Reis DO, Araujo KCT, Silva FO et al. (2022) Distribution of invasive alien species in different scenarios in aceesian territory. *Research, Society and Development* 11: e54711327072. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.27072>
- Resende AS, Leles PSS (2017) Controle de plantas daninhas em restauração florestal. *Embrapa Agrobiologia*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1064645>. Accessed 14 February 2023.
- Rezende AV (1998) Importância das Matas de Galeria: manutenção e recuperação. In Ribeiro JF, Fonseca CEL, Souza-Silva JC. *Cerrado - Caracterização e recuperação de matas de galeria*. Embrapa, Planaltina, pp 1-15.
- Ribeiro RTM, Rebouças NC, Cordeiro LS et al. (2020) *Terminalia* s.s. (Combretaceae) of Piauí state, Brazil. *Rodriguésia* 71: e02762018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071107>
- Rio Grande do Sul (2020) Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. G040 – Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>. Accessed 13 November 2021.
- Rio Grande do Sul (2013) Portaria SEMA nº 79, de 31 de outubro de 2013. Reconhece a lista de espécies exóticas do Rio Grande do Sul.
- Rodrigues BD, Martins SV, Leite HG (2010) Evaluation of the litter and soil seed bank transposition as a forest restoration of degraded areas methodology. *Revista Árvore* 34: 65-73. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000100008>
- Rodrigues RR, Gandolfi S (2000) Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP/FAPESP, São Paulo.
- Salomão PEA, Barbosa LC, Cordeiro IJM (2020) Pasture degraded areas recovery: a brief review. *Research, Society and Development* 9: e57922057. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2057>
- São Paulo (2011) Secretaria do Meio Ambiente. Restauração Ecológica: Sistemas de Nucleação. SMA, São Paulo.

- Silva FO, Fabricante JF (2022) Impacts of the biological invasion by *Ricinus communis* L. on the native biota of the Atlantic Forest, Aracaju, Sergipe State, Brazil. *Acta Scientiarum* 44: e52771 .  
<https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v44i1.52771>
- Silva LA, Guimarães E, Rossi MN et al. (2011) Reproduction biology of *Mimosa bimucronata*: a ruderal species. *Planta Daninha* 29: 1011-1021. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000500007>
- Silva IADA (2011) Avaliação das técnicas de nucleação para restauração ecológica das matas ciliares do córrego Santo Antônio. Dissertation, Faculdade de Tecnologia de Jahu.
- Silva JCB (2011). Restauração ecológica com uso de poleiros artificiais em área dominada por braquiária (*Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga). Dissertation, Universidade Estadual de Maringá.
- Silva MJ, Sales MF (2007) *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae) in Pernambuco State, Brazil. *Acta Botânica Brasileira* 21: 79-98. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000100008>
- Silveira LP, Souto JS, Damasceno MM, et al. (2015) Artificial perches and windrowing of brushwood to recovery of degraded area in the semiarid of Paraíba state, Brazil. *Nativa* 3: 165-170.  
<https://doi.org/10.31413/nativa.v3i3.2465>
- Sobral LF, et al. (2015) Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Documents (INFOTECA-E). Accessed 10 January 2023.
- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016) Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC.
- Souza FS (2017) Redução do banco de sementes de espécies exóticas invasoras: um desafio para a restauração ecológica. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília-DF.
- Stefanoski DC, Santos GG, Marchão RL, et al (2013). Soil use and management and its impact on physical quality. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17: 1301-1309. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001200008>
- Streck AV, Kämpf N, Dalmolin RSD et al. (2018) Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Emater/RS.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2017) Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed, Porto Alegre.
- Umeda CYL, Dos Santos THL, Lastoria G. et al. (2015). Remote sensing applied to the identification of ecological corridors: case study of Formoso River Basin, Bonito, MS. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 20: 551-557. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040079011>
- Universidade do Vale do Taquari – Univates (2022) Histórico de dados meteorológicos. NIH. 2021 e 2022. Disponível em: <https://www.univates.br/nih/historico-de-dados>
- Venzke TS, Costa MAD (2008) Diversidade florística de espécies arbóreas em um trecho de mata ciliar de um afluente do arroio Pelotas, Pelotas, RS. XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós-Graduação.
- Westgate MJ, Likens GE, Lindenmayer DB (2013) Adaptive management of biological systems: A review. *Biological Conservation* 158: 128-139. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.016>
- WikiAves (2008-2022) WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil. <https://www.wikiaves.com.br/>  
Accessed 21 December 2021.
- Ziller SR (2001) Os Processos de Degradação Ambiental Originados por Plantas Exóticas Invasoras. *Ciência Hoje* 30: 77-79.
- Zimmerman JK, Pascarella JB, Aide TM (2000) Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8: 350-360. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100x.2000.80050.x>

Zuur A, Ieno E, Walker N et al. (2009) *Mixed Effects Models and extensions in ecology with R*. Springer.

**Material Suplementar 1** Lista das espécies utilizadas na composição dos núcleos de Anderson instalados em uma área degradada localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil.

| Espécie  | Classificação ecológica | Nº de mudas | Família        |
|--|-------------------------|-------------|----------------|
| <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk         | Pioneira                | 36          | Sapindaceae    |
| <i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil                                       | Secundária              | 12          | Annonaceae     |
| <i>Bauhinia forficata</i> Link   | Pioneira                | 36          | Fabaceae       |
| <i>Calliandra brevipes</i> Benth   | Pioneira                | 54          | Fabaceae       |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg                                   | Secundária              | 30          | Myrtaceae      |
| <i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton                              | Pioneira                | 18          | Fabaceae       |
| <i>Eugenia uniflora</i> L.   | Pioneira                | 144         | Myrtaceae      |
| <i>Inga marginata</i> Willd.   | Pioneira                | 24          | Fabaceae       |
| <i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.                                   | Secundária              | 12          | Malvaceae      |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze                                   | Pioneira                | 60          | Fabaceae       |
| <i>Muellera campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo | Pioneira/Secundária     | 54          | Fabaceae       |
| <i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand                           | Secundária              | 24          | Myrtaceae      |
| <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan                             | Pioneira                | 114         | Fabaceae       |
| <i>Phyllanthus sellowianus</i> (Klotzsch) Müll.Arg                       | Pioneira                | 54          | Phyllanthaceae |
| <i>Salix humboldtiana</i> Willd.   | Secundária              | 36          | Salicaceae     |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi                                     | Pioneira                | 102         | Anacardiaceae  |
| <i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.                                     | Pioneira                | 30          | Fabaceae       |
| <i>Terminalia australis</i> Cambess.                                     | Pioneira                | 60          | Combretaceae   |

Fonte: Do autor (2023).

**Material suplementar 2** Cobertura relativa de *Cynodon. dactylon* (L.) Pers., *Urochloa* sp., *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs, *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone, *Ricinus communis* L, *Commelina erecta* L., *Gomphrena elegans* Mart. e *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist. em diferentes intervalos de tempo (T1= 2 meses; T2= 8 meses; T3= 14 meses) após aplicação de técnicas de restauração ecológica em uma área degradada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul, Brasil (NA: Núcleos de Anderson; NA+TS: Núcleos de Anderson + Transposição de solo; NA+PA: Núcleos de Anderson + Poleiros artificiais; NA+TS+PA: Núcleos de Anderson + Transposição de solo + Poleiros artificiais; TC: sucessão natural (Controle)).

| Espécies | Tempo | NA | NA+TS | NA+PA | NA+TS+PA | TC |
|----------|-------|----|-------|-------|----------|----|
|----------|-------|----|-------|-------|----------|----|

|  |           |       |       |       |       |       |
|--|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.                               | CR T1 (%) | 10,71 | 9,41  | 8,73  | 1,95  | 17,48 |
|  | CR T2 (%) | 14,24 | 21,64 | 9,65  | 9,59  | 15,58 |
|  | CR T3 (%) | 18,34 | 19,81 | 12,12 | 7,67  | 10,92 |
| <i>Urochloa</i> sp.  | CR T1 (%) | 11,72 | 12,24 | 5,97  | 15,97 | 3,82  |
|  | CR T2 (%) | 3,92  | 14,68 | 5,94  | 9,44  | 10,09 |
|  | CR T3 (%) | 9,77  | 10,79 | 2,05  | 6,38  | 9,48  |
| <i>Megathyrus maximus</i><br>(Jacq.) B.K.Simon &<br>S.W.L.Jacobs | CR T1 (%) | 4,45  | 6,74  | 6,37  | 13,70 | 3,89  |
|  | CR T2 (%) | 17,29 | 8,17  | 2,94  | 12,05 | 5,48  |
|  | CR T3 (%) | 5,84  | 11,49 | 8,12  | 11,90 | 4,80  |
| <i>Cenchrus purpureus</i><br>(Schumach.) Morrone                 | CR T1 (%) | 4,04  | 0,23  | 9,93  | 4,67  | 9,40  |
|  | CR T2 (%) | 4,24  | 3,33  | 17,91 | 7,58  | 7,21  |
|  | CR T3 (%) | 3,49  | 1,61  | 13,10 | 4,38  | 7,80  |
| <i>Ricinus communis</i> L.                                       | CR T1 (%) | 1,23  | 3,37  | 0,20  | 1,63  | 1,04  |
|  | CR T2 (%) | 0,08  | 1,21  | 0,49  | 1,87  | 0,23  |
|  | CR T3 (%) | 1,02  | 2,07  | 0,00  | 0,32  | 0,18  |
| <i>Commelina erecta</i> L.                                       | CR T1 (%) | 0,00  | 0,08  | 0,10  | 0,33  | 0,00  |
|  | CR T2 (%) | 5,36  | 2,50  | 3,36  | 4,46  | 4,83  |
|  | CR T3 (%) | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| <i>Gomphrena elegans</i> Mart.                                   | CR T1 (%) | 0,30  | 0,31  | 1,20  | 2,83  | 0,07  |
|  | CR T2 (%) | 0,42  | 1,00  | 0,98  | 2,75  | 1,44  |
|  | CR T3 (%) | 1,40  | 3,85  | 2,38  | 2,55  | 3,00  |
| <i>Conyza bonariensis</i> (L.)<br>Cronquist                      | CR T1 (%) | 5,26  | 0,00  | 0,05  | 0,43  | 3,09  |
|  | CR T2 (%) | 0,53  | 0,17  | 1,12  | 0,83  | 0,94  |
|  | CR T3 (%) | 2,60  | 1,49  | 3,41  | 3,51  | 2,34  |

## **3.2 Resultados: Manejo adaptativo com semeadura em quadros**

### **3.2.1 Materiais e métodos**

Quanto ao **tipo de pesquisa**, a abordagem se classifica como quali-quantitativa. Além de a pesquisa qualitativa trabalhar com a análise minuciosa da natureza, do alcance e das interpretações possíveis para a situação investigada, também utiliza a abordagem quantitativa, uma vez que foram coletados dados quantitativos oriundos das análises realizadas *in loco* (MEZZAROBA; MONTEIRO, 2016; CHEMIN, 2022). O enfoque misto/híbrido dos procedimentos de pesquisa, conforme Hernández Sampieri, Fernández Collado e Baptista Lucio (2013, p. 596), apresenta vários aspectos, como: “dar uma perspectiva mais ampla e profunda do fenômeno, [...], apoia de maneira mais sólida as inferências científicas e permite que os dados sejam melhor ‘explorados e aproveitados’”.

Quanto aos objetivos, a pesquisa se identifica como um estudo descritivo, de natureza exploratória (MALHOTRA, 2012), realizado por meio de um estudo de campo que utilizou como procedimentos técnicos o levantamento de dados de forma longitudinal, além de pesquisa bibliográfica e documental (GIL, 2006; CHEMIN, 2022).

### **3.2.2 Aspectos éticos**

O presente estudo integra o projeto intitulado “Estudo de metodologias de restauração da cobertura vegetal das margens de rios e arroios da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari”, aprovado pelo Departamento de Biodiversidade, Órgão da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul, Processo nº 4114-05.67/20.5 e Declaração de Aprovação de Projetos Florestais - DAPPF nº 00064 / 2021 (ANEXO 1).

Além de um Termo de Cooperação com o proprietário da área, constando seu comprometimento com a pesquisa (ANEXO 2), o município de Travesseiro/RS também assumiu responsabilidades, conforme Termo de Parceria nº 28127/21 (ANEXO 3). As biólogas Elisete Maria de Freitas e Carla Roberta Orlandi, que também atuam no projeto, são as responsáveis técnicas pela sua execução (ART de números 2021/16030 e 2021/16031, respectivamente) (ANEXOS 4 e 5).

Ainda, foi feito o registro de acesso ao patrimônio genético em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015, no SISGEN - Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do

Conhecimento Tradicional Associado do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético CGEN sob o Cadastro nº AC6D297 (ANEXO 6).

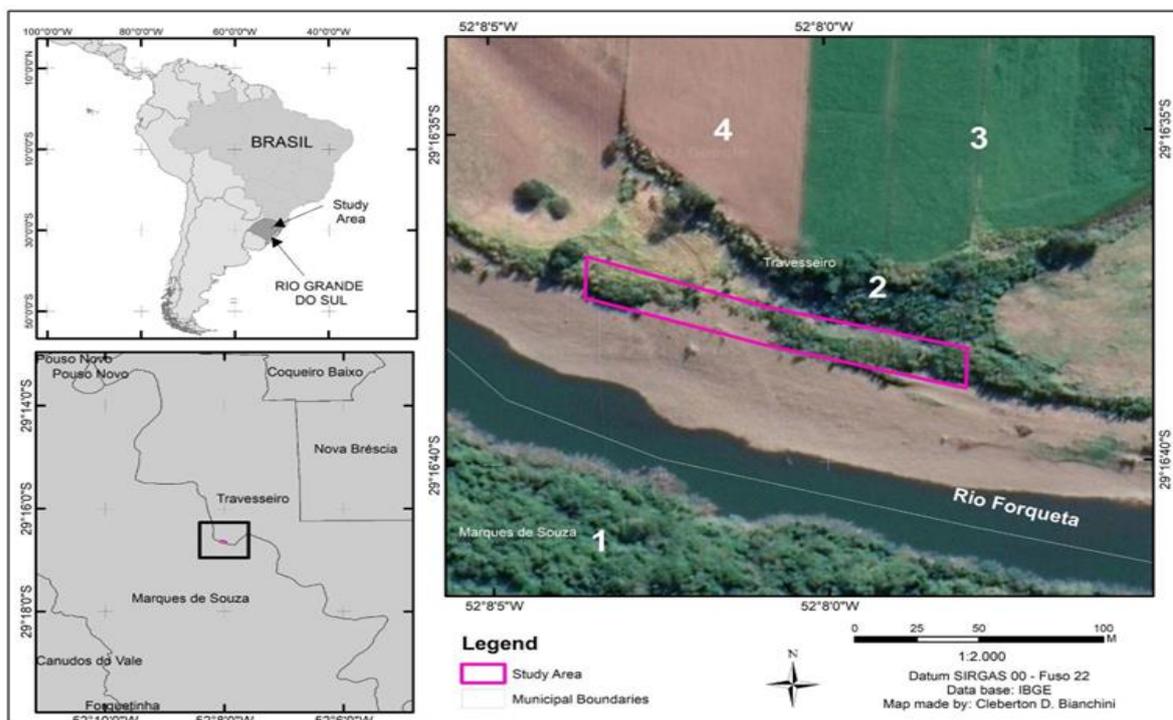
### 3.2.3 Área de estudo

A área de estudo está localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro/RS, na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, no bioma Mata Atlântica, inserida na região fitoecológica da Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2021). De acordo com a classificação de Koppen, o clima é subtropical úmido (Cfa) (PEEL; FINLAYSON; McMAHON, 2007), apresentando verão quente e inverno ameno, com precipitação pluviométrica diferenciada para ambas as estações. De acordo com o Núcleo de Informações Hidrometeorológicas da Universidade do Vale do Taquari - Univates (UNIVATES, NIH, 2022), nos anos de 2021 e 2022, a temperatura média anual foi de 20,6°C e 20,4°C, respectivamente. A precipitação média mensal foi de 125mm em 2021 e 169mm em 2022.

O solo da região é denominado Chernossolos, apresentando níveis razoáveis de matéria orgânica e níveis de fertilidade química altos (STRECK *et al.*, 2008). A área de estudo possui largura média de 25m e 150m de comprimento, sendo dominada por espécies exóticas e exóticas invasoras e solo arenoso. Dentro dos limites da área selecionada para o estudo não ocorrem processos erosivos. Além do exposto, entre a área de aplicação das metodologias e o rio há uma faixa de cascalhos de aproximadamente 50 metros de largura (FIGURA 2).

Nas proximidades da área de estudo, o solo é ocupado para cultivo agrícola e pastagens; porém, na margem oposta do rio, existe um remanescente florestal preservado (levantamento fitossociológico já realizado como atividade do projeto “Estudo de metodologias de restauração da cobertura vegetal das margens de rios e arroios da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari”).

Figura 2 - Limites da área de estudo localizada no município de Travesseiro/RS, com a indicação do uso e solo nas proximidades. 1: Remanescente florestal; 2: Área com vegetação alterada em estágio inicial e dominada por exóticas invasoras; 3: Área de pastejo de gado; 4: Área para agricultura.



Fonte: Cleberton Bianchini

### 3.2.4 Manejo adaptativo com núcleos de Anderson com semeadura em quadros

Após realizada as avaliações da cobertura vegetal da área de estudo, as técnicas de transposição de solo e poleiros artificiais foram substituídas por semeadura em quadros. Sendo estabelecidos apenas dois tratamentos na área de estudo: Tratamento Controle e Núcleos de Anderson com Semeadura em Quadros.

Com exceção do Tratamento Controle, cada parcela recebeu 6 quadros de semeadura de 1m<sup>2</sup> cada (FIGURA 3), dispostos aleatoriamente. Foram criados 4 mixes distintos de sementes, todas provenientes de florestas ribeirinhas da região, e estes foram distribuídos nas parcelas por sorteio (Mix 1: parcelas 8, 13 e 15; Mix 2: parcelas 1, 2 e 12; Mix 3: parcelas 3, 4 e 10; e Mix 4: parcelas 6, 7 e 9). As quantidades de sementes colocadas em cada mix foi de acordo com a disponibilidade (APÊNDICE: Material suplementar 2), sendo considerado o grupo sucessional para a escolha das espécies, bem como, potencial para produção de matéria orgânica.

Figura 3 – Abertura do espaço de 1.0 m<sup>2</sup> para semeadura em núcleo nas parcelas com tratamentos para restauração ecológica de uma área degradada na margem esquerda do Rio Forqueta, município de Travesseiro, Rio Grande do Sul.



Fonte: Do autor (2022).

### 3.2.5 Resultados

Análise de semeadura – Foram realizadas cinco análises de semeadura, ocorridas de mês em mês, iniciadas em maio de 2022. Antes da primeira avaliação, foi verificado que duas semeaduras da parcela 7 estavam destruídas pela passagem de um trator para a retirada de pastagem para o gado. Até a quinta análise, foi constatado que seis semeaduras estavam parcialmente/totalmente destruídas, três delas somente da sexta parcela.

Durante as análises de germinação das semeaduras em núcleos, apenas três espécies tiveram grandes quantidades de indivíduos germinados, *S. terebinthifolia*, *S. occidentalis* e *S. virgata*. A primeira análise registrou apenas 648 indivíduos germinados, aumentando para a segunda análise, e diminuindo gradativamente até a última análise. No total, foram utilizadas 7152 sementes (Material Suplementar 2), e no final das análises, apenas 1884 germinações foram contabilizadas (TABELA 3).

Tabela 3 - Número total de germinação de cada espécie nas cinco análises realizadas em uma área degradada localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro/RS.

| Espécie  | 1ª análise | 2ª análise | 3ª análise | 4ª análise | 5ª análise |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan                             | 23         | 11         | 10         | 10         | 7          |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi                                     | 18         | 982        | 981        | 998        | 601        |
| <i>Bauhinia forficata</i> Link   | 0          | 3          | 6          | 11         | 5          |
| <i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão                                      | 0          | 0          | 10         | 12         | 7          |
| <i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.                                     | 113        | 161        | 140        | 145        | 155        |
| <i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.)                                    | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk         | 1          | 13         | 11         | 18         | 21         |
| <i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo | 7          | 14         | 24         | 21         | 14         |
| <i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz                              | 4          | 4          | 6          | 9          | 6          |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze                                   | 1          | 0          | 3          | 1          | 0          |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw.   | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link                                      | 481        | 1864       | 1736       | 1560       | 1068       |
| Total  | 648        | 3052       | 2927       | 2785       | 1884       |

Fonte: Do autor (2022).

### 3.2.6 Discussão

Antes da implementação das metodologias foram registrados alguns exemplares de *S. virgata* e *S. occidentalis*, ambas da família Fabaceae, importantes por contribuir com uma adubação do solo, que poderiam aumentar os níveis de matéria orgânica do solo (ESPÍNDOLA; GUERRA; ALMEIDA, 1997; AGUIAR; LIMA, 2023), porém com as análises do solo realizadas, vimos que não foram suficientes para tal.

As espécies com maiores números de germinações foram *S. virgata*, *S. occidentalis* e *S. terebinthifolia*. A primeira é uma arvoreta leguminosa de até seis metros de altura, comumente encontrada em florestas ribeirinhas, sendo utilizada em projetos de restauração devido seu crescimento agressivo e capacidade de competir com gramíneas (EMBRAPA, 1997; SOUZA; ANDRADE; QUIRINO, 2016). *S. occidentalis* é outra espécie leguminosa, invasora de campos e pastagens, e geralmente encontrada em áreas degradadas (BARROS *et al.*, 1999; SOUSA *et*

*al.*, 2021). Já a *S. terebinthifolia* é uma espécie arbórea, da família Anacardiaceae, que pode alcançar até 15 metros de altura, muito utilizada em programas de restauração de matas ciliares devido sua rápida germinação e crescimento, além da alta produção de frutos e disseminados por aves (FERREIRA *et al.*, 2013; EMBRAPA, 2016). *C. sylvestris* e *P. venusta* não germinaram. A primeira, apesar de se desenvolver em diversos tipos de solo, prefere ambientes com menor incidência solar (EMBRAPA, 2003), e no caso da área de estudo, havia poucos exemplares arbóreos fornecendo sombra. Já *P. venusta*, apesar de apresentar potencial na restauração devido à adaptação a terrenos perturbados (MACANHÃO *et al.*, 2003), as altas temperaturas acarretaram na não germinação (EMBRAPA, 2019).

As análises de germinação da segunda, terceira e quarta análise mostram um maior número de indivíduos germinados. Essas análises ocorreram durante o inverno, onde as temperaturas estavam mais baixas, quando os exemplares de exóticas invasoras ainda não tinham invadido os espaços das sementes não ocorrendo o abafamento das plântulas como registrado por Almeida; Almeida e Fabricante (2021) e Esmaili e Salehi (2012). No entanto, nas últimas análises ocorreu morte de várias plântulas germinadas. Essa redução e baixo percentual de emergência são explicados pela falta de chuva, altas temperaturas, grande cobertura de espécies invasoras e, principalmente, devido a qualidade do solo. Devido às altas temperaturas, possivelmente as mudas transplantadas sofreram devido à abertura estomática, perdendo água durante a absorção de CO<sub>2</sub> pela fotossíntese, e não repondo devido à seca (MACHADO *et al.*, 2010), além do rápido crescimento de exóticas, ocupando o espaço dos núcleos de sementeira. Aliado a isso, a falta de matéria orgânica do solo é um dos principais fatores que interferiu na germinação e desenvolvimento das mudas na área. A falta de nitrogênio no solo, um macronutriente primário, é essencial para a germinação e desenvolvimento de mudas, além de diminuir a toxidez de poluentes (BARBOSA, 2008).

## 4 CONCLUSÃO

As técnicas escolhidas para a restauração da área degradada apresentaram insucesso devido, principalmente, a grande cobertura de espécies exóticas invasoras e condições do solo, mostrando ser necessário conter o alastramento das espécies invasoras e incrementar a matéria orgânica e o nitrogênio no solo. Essas condições impediram a germinação de propágulos provenientes dos poleiros artificiais, transposições de solo e sementeiras, além de interferir no crescimento e desenvolvimento das mudas dos núcleos de Anderson. Ainda, as espécies exóticas invasoras impediram que a sucessão natural ocorresse na área. O manejo adaptativo realizado não auxiliou na restauração da área. Os núcleos de sementeira não proporcionaram uma cobertura vegetal nativa, sendo dominados pelas exóticas e houve grande parte das plântulas mortas devido às condições da área.

A condição climática foi outro fator que prejudicou o andar da restauração do local. Altas temperaturas e falta de chuva contribuíram para o alastramento das espécies exóticas invasoras, que com seu rápido crescimento, ocuparam o espaço destinado às técnicas escolhidas. E as roçadas não foram suficientes para conter o seu avanço. A inundação ocorrida danificou permanentemente alguns dos experimentos realizados.

Porém, os resultados obtidos na pesquisa irão nortear os profissionais e ribeirinhos na tomada de decisões a respeito de restauração de áreas degradadas. Na escolha de espécies específicas para tal, quais técnicas utilizar e quando. O presente trabalho estimula e contribui para a realização de mais pesquisas com foco na restauração de áreas degradadas, principalmente devido às atuais condições que grande parte das matas ciliares se encontram mundialmente.

Vendo essa realidade, tomo consciência da lamentável situação em que se encontra nosso ambiente. A realização deste projeto me fez perceber a importância de ações sustentáveis para o meio ambiente como um todo e, principalmente, para as comunidades locais. Durante a

execução desta pesquisa, muito conhecimento foi compartilhado e acredito que os ribeirinhos participantes perceberam o seu papel em manter esses locais preservados.

Passei a compreender as funções desempenhadas pelas matas ciliares nos diversos serviços ecossistêmicos e sua indispensável preservação. Vejo e percebo a situação precária das matas da região do Vale do Taquari e como a realização de projetos de restauração são necessários para auxiliar no combate à degradação.

Durante o andamento do projeto, percebi a falta de mudas de espécies características de mata ciliar para uso em projetos de restauração na região, surgindo então a ideia de produzir mudas específicas de florestas ribeirinhas, nascendo, assim, o viveiro Arvorecer Mudas Nativas.

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, Andrea G. **Avaliação do potencial de regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como métodos de restauração**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: [Andrea\\_Garafulic\\_Aguirre.pdf \(usp.br\)](#). Acesso em: 8 abr. 2022.
- AGUIRRE, Andrea G.; LIMA, Juliana T.; TEIXEIRA, Juliana; GANDOLFI, Sergius. Potencial da semeadura direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. **Hoehnea – Instituto de Botânica**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 629-640, out./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/MWLxBQPXswPkYdztLSrTm4w/?lang=pt>. Acesso em: 14 out. 2021.
- ALMEIDA, Danilo S. Conceitos básicos. *In*: ALMEIDA, Danilo S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. Ilhéus/BA: Editus, 2016a. cap. 3, p. 24-30. *E-book*. Disponível em: [almeida-9788574554402-03.pdf \(scielo.org\)](#). Acesso em: 5 nov. 2021.
- ALMEIDA, Danilo S. Alguns princípios de sucessão natural aplicados ao processo de recuperação. *In*: ALMEIDA, Danilo S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. Ilhéus/BA: Editus, 2016b. cap. 6, p. 48-75. *E-book*. Disponível em: [almeida-9788574554402-06.pdf \(scielo.org\)](#). Acesso em: 2 fev. 2022.
- ALMEIDA, Danilo S. Diagnósticos ambientais. *In*: ALMEIDA, Danilo S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. Ilhéus/BA: Editus, 2016c. cap. 7, p. 78-90. *E-book*. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/8xvf4/pdf/almeida-9788574554402-07.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2021.
- ALMEIDA, Thieres S.; ALMEIDA, Rony P. S.; FABRICANTE, Juliano R. Variáveis climáticas influenciam a riqueza, composição e distribuição de plantas exóticas invasoras? *Scientia Plena*. v. 17, n. 7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.072401>. Acesso em: 14 mar. 2023.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG IV). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v. 181, p. 1-20, maio 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>. Acesso em: 3 mar. 2022.
- ATTANASIO, Cláudia M.; GANDOLFI, Sergius; ZAKIA, Maria J. B.; VENIZIANI JÚNIOR, José C. T.; LIMA, Walter P. A importância das áreas ripárias para a

sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**, Campinas/SP, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000001>. Acesso em: 13 nov. 2021.

ÁVILA, Ângela L.; ARAÚJO, Maristela M.; LONGHI, Solon J.; GASPARIN, Ezequiel. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v. 21, n. 2, p. 251-260, abr./jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/j38ry3TcbSXYbXR9m76wKkc/?lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2022.

BARBOSA, Luiz M. Pesquisas sobre metodologia para a restauração de florestas ciliares no âmbito do projeto de recuperação de matas ciliares – SMA – SP. *In*: Simpósio de atualização em recuperação de áreas degradadas, 2., 2008, Mogi Guaçu/SP. **Anais [...]**. Mogi Guaçu/SP: SEMA/SP, 2008. Disponível em: [ANAIIS\\_II\\_SIMPÓSIO\\_DE\\_RAD\\_MOGI-GUAÇU\\_OUT-2008.pdf](https://ambiente.sp.gov.br/ANAIIS_II_SIMPÓSIO_DE_RAD_MOGI-GUAÇU_OUT-2008.pdf) (ambiente.sp.gov.br). Acesso em: 14 fev. 2023.

BARROS, Andrea A. **Programa de Recuperação Sustentável da Mata Ciliar do Rio Taquari conduzido pelo Ministério Público do Rio Grande do Sul**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado/RS, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/1729>. Acesso em: 10 jan. 2023.

BARROS, Claudio S. R.; ILHA, Márcia R. S.; BEZERRA JR., Pedro S.; LANGOHR, Ingeborg M.; KOMMERS, Glaucia D. Intoxicação por *Senna occidentalis* (Leg. Caesalpinoideae) em bovinos em pastoreio. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 19, ed. 2, p. 68-70, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X1999000200003>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BERALDI, Amália L. P. G.; VAZQUEZ, Gisele H. Diagnóstico das matas ciliares urbanas de Votuporanga/SP: levantamento da vegetação exótica invasora. **Geoambiente On-Line**, Jataí/GO, v. 37, p. 282-303, jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.vi37.57255>. Acesso em: 13 nov. 2021.

BIERAS, Angela C.; SOUZA, Tamaris M.; ABDO, Maria T. V. N.; VALARETTO, Romulo S.; MARTINS, Antonio L. M. O uso de técnicas de nucleação na restauração de áreas degradadas no Polo Centro Norte-APTA, Pindorama-SP e no IMES-Catanduva-SP. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal/PB, v. 10, n. 3, p. 14-25, jul./set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i3.3404>. Acesso em: 7 set. 2021.

BOAVENTURA, Kárita J.; CUNHA, Élide L.; SILVA, Sandro D. Recuperação de áreas degradadas no Brasil: conceito, história e perspectivas. **TECNIA – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFG**, Goiânia/GO, v. 4, n.1, p. 124-145, 2019. Disponível em: <http://revistas.ifg.edu.br/tecnia/article/view/283>. Acesso em: 13 set. 2021.

BRACKMANN, Cátia E.; FREITAS, Elisete M. de. Florística arbórea e arbustiva de um fragmento de mata ciliar do Arroio Boa Vista, Teutônia, RS, Brasil. **Hoehnea – Instituto de Botânica**, São Paulo, v. 40, n. 2. p. 365-372, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000200007>. Acesso em: 13 nov. 2021.

BRANCALION, Pedro H. S.; VIANI, Ricardo A. G.; RODRIGUES, Ricardo R.; GANDOLFI, Sergius. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. *In*: BRANCALION, Pedro H. S.; VIANI, Ricardo A. G.; RODRIGUES, Ricardo R.; GANDOLFI, Sergius. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. Viçosa/MG: ESALQ, USP, 2013. cap. 9. Disponível em: [ReP USP - Detalhe do registro: Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração](#). Acesso em: 22 fev. 2022.

BRANCALION, Pedro H. S.; GANDOLFI, Sergius; RODRIGUES, Ricardo R. **Restauração Florestal**. Piracicaba/SP, 2015. Disponível em: [http://www.lcb.esalq.usp.br/sites/default/files/publicacao\\_arq/978-85-7975-019-9.pdf](http://www.lcb.esalq.usp.br/sites/default/files/publicacao_arq/978-85-7975-019-9.pdf). Acesso em: 19 mar. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Brasília/DF: Presidência da República, 1989. Disponível em: [D97632 \(planalto.gov.br\)](#). Acesso em: 4 abr. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Código Florestal Brasileiro**. Brasília/DF: Presidência da República, 1965. [Lei 4.771/1965 revogada pela Lei 12.651/2012]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.htm#:~:text=%C3%89%20proibido%20o%20uso%20de,e%20estabelecendo%20normas%20de%20precau%C3%A7%C3%A3o](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm#:~:text=%C3%89%20proibido%20o%20uso%20de,e%20estabelecendo%20normas%20de%20precau%C3%A7%C3%A3o). Acesso em: 4 mar. 2023.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília/DF: Presidência da República, [2023]. Disponível em: [L12651 \(planalto.gov.br\)](#). Acesso em: 13 abr. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei 13.887, de 17 de outubro de 2019**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Lei/L13887.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13887.htm#art1). Acesso em: 20 out. 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Secretaria Especial de Articulação Social. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS. **Indicadores brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: transformando nosso mundo – a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília/DF: IBGE, Secretaria Especial de Articulação Social, 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/home/agenda>. Acesso em: 9 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço Florestal Brasileiro. **Etapas do CAR e Regularização Ambiental**. Brasília/DF: MAPA, 2022. Disponível em: [Etapas do CAR e Regularização Ambiental \(florestal.gov.br\)](#). Acesso em: 21 mar. 2022.

BRAUN-BLANQUET, Josias. **Fitossociologia**: bases para el estudio de las comunidades vegetales. 3. ed. Madrid: H. Blume, 1979.

CAMPANHARO, Ítalo F.; MARTINS, Sebastião V.; VILLA, Pedro M.; KRUSCHESWSKY, Gabriel C.; DIAS, Andreia A.; NABETA, Fabio. Forest restoration methods, seasonality, and penetration resistance does not influence aboveground biomass stock on mining tailings in Mariana, Brazil. *In*: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, **Anais** [...]. Rio de Janeiro,

v. 93, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120201209>. Acesso em: 19 out. 2021.

CARMO, S. Elaine; BONETTO, Nelson C. F. Implantação de matas ciliares para recuperação e reabilitação de recursos hídricos. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, São Paulo, v. 3, n. 9, jan./mar. 2016. Disponível em: [Edicao\\_09\\_CARMO\\_S\\_Elaine\\_-\\_BONETTO\\_Nelson\\_Cesar\\_Fernando.pdf \(oswaldocruz.br\)](#). Acesso em: 5 set. 2021.

CIELO-FILHO, Roque; SOUZA, Joice A. D. Avaliação da restauração passiva de uma área de Mata Atlântica após o corte raso de uma plantação de *Cupressus lusitanica* Mill. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v. 26, n. 2, jun. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509822748>. Acesso em: 14 mar. 2022.

CHEMIN, Beatris F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 4. ed. atual. e ampl. Lajeado/RS: Univates, 2022. Disponível em: [https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/315/pdf\\_315.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/315/pdf_315.pdf). Acesso em: 8 abr. 2023.

CORRÊA, Patrícia F.; ELIAS, Guilherme A.; PEZENTE, Gisele; SANTOS, Róbson. Análise dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas pela mineração de argila no Sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma/SC, v. 25, p. 273-288, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/tecnoambiente/article/view/4669>. Acesso em: 14 fev. 2023.

CORTINES, Erika; TIENNE, Leonardo; BIANQUINI, Luana A.; MOROKAWA, Maíra J.; BARBOZA, R. S.; VALCARCEL, Ricardo; ZANDONADI, J. E. Uso de poleiros artificiais para complementar medidas conservacionistas do Projeto de Reabilitação de Áreas de Empréstimo na Amazônia, Tucuruí-PA. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ÁREAS DEGRADADAS, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 2005, Curitiba/PR. **Anais [...]**. Curitiba/PR: SINRAD, 2005. p. 61-70. Disponível em: <https://docplayer.com.br/72563568-Uso-de-poleiros-artificiais-para-complementar-medidas-conservacionistas-do-projeto-de-reabilitacao-de-areas-de-emprestimo-na-amazonia-tucuru-pa.html>. Acesso em: 15 fev. 2023.

COSTA, Marina G. C. da. **Transposição de galharia como técnica de restauração de áreas degradadas: uma avaliação da eficiência do método na atração de fauna**. 2009. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/118780>. Acesso em: 8 abr. 2022.

COUTINHO, Pollyanna R. O. S.; VALCARCEL, Ricardo; RODRIGUES, Pablo J. F. P.; BRAGA, João M. A. Restauração passiva em pastagens abandonadas a partir de núcleos de vegetação na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v. 29, n. 3, p. 1307-1323, jul./set. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/vvSQKjBZPGLCs7K7hdqCSBy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 mar. 2022.

D'AGOSTIN, Andressa; GLUSCZAK, Andressa G.; LAVNITCKI, Laís; BECEGATO, Valter A. Caracterização de área degradada por atividade antrópica. **Geoambiente on line**, Jataí/GO, n. 28, p. 80-92, jan./jul. 2017. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/47422/23253>. Acesso em: 16 dez. 2021.

DALPIZZOL, Juliane; VICENTE, Daniele L. S.; DEMÉTRIO, Laryssa; GOULART, Mariana de M.; AQUINO, Marina G. C.; FOCKINK, Guilherme; KANIESKI, Maria R. Avaliação de técnicas nucleadoras em uma Área de Preservação Permanente no Planalto Serrano. **Biodiversidade**, Cuiabá/MT, v. 20, n. 2, p. 161-180, 2021. Disponível em: [AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS NUCLEADORAS EM UMA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO PLANALTO SERRANO | Biodiversidade \(ufmt.br\)](#). Acesso em: 20 nov. 2021.

DIAS, Wênia S. dos R.; MULLER, Artur G.; OLIVEIRA, Alexsandra D.; GUIMARÃES, Douglas G.; NASCIMENTO, Ivanete De F.; PASSOS, Marcio C. Agrometeorologia no século 21: o desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 19., 2015, Lavras/MG. **Anais [...]**. Lavras/MG: UFLA, 2015. Disponível em: [Caracterização dos efeitos da vegetação remanescente de mata ciliar em relação à vegetação de pastagem degradada. - Portal Embrapa](#). Acesso em: 19 jan. 2022.

DÍAS-GARCÍA, Juan M.; LÓPEZ-BARRERA, Fabíola; PINEDA, Eduardo; TOLEDO-ACEVES, Tarin; ANDRESSEN, Ellen. Comparing the success of active and passive restoration in a tropical cloud forest landscape: a multi-taxa fauna approach. **Plos One**, San Francisco/Califórnia, v. 15, e.11, nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242020>. Acesso em: 14 jan. 2021.

DURIGAN, Giselda; RAMOS, Viviane S. **Manejo adaptativo: primeiras experiências na restauração de ecossistemas**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2013.

DURIGAN, Giselda; ENGEL, Vera L.; TOREZAN, José M.; MELO, Antônio C. G. de; MARQUES, Márcia, C. M.; MARTINS, Sebastião V.; REIS, Ademir; SCARANO, Fabio R. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n. 3, p. 471-485, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/6bnvzqDwbL8qJJsGSZfD4wB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 mar. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Espécies arbóreas brasileiras. **Embrapa Florestas**, Brasília/DF, v. 1, p. 1039, 2003. Disponível em: [Livros - Espécies Arbóreas Brasileiras - Portal Embrapa](#). Acesso em: 27 maio 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Procedimentos para avaliar a germinabilidade de sementes de cipó de São João - *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers – Bignoniaceae**. Embrapa Recursos Genéticos e Tecnologia. Brasília/DF: Embrapa, 2019. Disponível em: [Boletim Sementecipo-350.indd \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 17 mar. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Entenda a Lei 12.651, de 25 de maio de 2012**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal>. Acesso em: 28 nov. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa. **Embrapa**

**Florestas**, Brasília/DF, 2016. 24 p. Disponível em: [Doc-294-1270-Completo.pdf \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 14 mar. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Comunicado Técnico**, Brasília/DF, n. 14, p. 1-2, ago. 1997. Disponível em: [comun-tec-14.PDF \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 14 mar. 2023.

ESMAILI, Somayeh; SALEHI, Hassan. Effects of temperature and photoperiod on postponing bermudagrass (*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) turf dormancy. **Journal of Plant Physiology**. v. 169, n. 9, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.01.022>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ESPÍNDOLA, José A. A.; GUERRA, José G. M.; ALMEIDA, Dejair L. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica/RJ: Embrapa-Agrobiologia, 1997. (Embrapa-CNPAB, Documentos, 42). Disponível em: [ISSN 0104-6187 \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 6 mar. 2023.

FERREIRA, Robério A.; LIRA, Jean M. S.; ARAGÃO, Alexandre G.; NETO, Elísio M. dos S.; SILVA JR, Carlos D. Recuperação de Mata Ciliar. In: GOMES, Laura J.; SILVA-MANN, Renata; MATTOS, Patrícia P.; RABBANI, Allívia R. C. **Pensando a Biodiversidade: Aroeira** (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Nova Aracarju/SE: Editora UFS, 2013. p. 109-133. Disponível em: [\(PDF\) Recuperação de Mata Ciliar. In: Pensando a Biodiversidade: Aroeira \(Schinus terebinthifolius Raddi\) \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 14 mar. 2023.

FERRETTI, A. R. Modelos de Plantio para a Restauração. In: GALVÃO, Antonio Paulo Mendes; MEDEIROS, Antonio Carlos de Souza (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2002. Cap. 4. p. 21-26.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas: Diretrizes Regionais para o Licenciamento Ambiental das Hidrelétricas. **Biblioteca Digital FEPAM**, Porto Alegre/RS, 2022. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/Taquari-Antas/default.htm>. Acesso em: 9 abr. 2022.

FUNDAÇÃO R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna/Áustria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 set. 2022.

GALVÃO, Antônio P. M.; MEDEIROS, Antônio C. de S.; Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. **Embrapa Florestas**, Colombo/PR. e. 1, 2002. Disponível em: [Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. - Portal Embrapa](#). Acesso em: 15 out. 2021.

GANDOLFI, Sergius; RODRIGUES, Ricardo R. Quando o melhor pode ser o pior: como pensar a biodiversidade na restauração ecológica. **Revista Catitu**, Salvador/BA, n. 1, p. 17-20, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7724/caititu.v1i1.8694>. Acesso em: 2 de fev. 2023.

GANN, George D. *et al.* Society for Ecological Restoration – SER. **Princípios e padrões internacionais para a prática de restauração ecológica**. 2. ed. Washington DC: SER, Wiley Periodicals, 2019. *E-book*. Disponível em: [https://www.sobrestauracao.org/documentos/portuguese\\_ser\\_standards.pdf](https://www.sobrestauracao.org/documentos/portuguese_ser_standards.pdf) . Acesso em: 15 fev. 2023.

GAUDERETO, Guilherme L.; GALLARDO, Amarilis L. C. F.; FERREIRA, Maurício L.; NASCIMENTO, Ana P. B.; MANTOVANI, Waldir. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 21, e01203, p.1-20, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0120r3vu18L4TD>. Acesso em: 3 nov. 2021.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

HERNÁNDEZ SAMPIERE, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Maria Del P. **Metodologia da pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre/RS: Penso, 2013.

HERNÁNDEZ GUZMÁN, Cindy P. **Rustificação hídrica, nutricional e de radiação em mudas de macaúba**. 2018. 116 f. Tese (Doutorado em Meteorologia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2018. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/26629>. Acesso em: 15 fev. 2023.

HOLL, Karen D.; AIDE, T. Mitchell. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, Amsterdã, v. 261, ed.10, p. 1558-1563, maio 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.004>. Acesso em: 29 nov. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. Brasília/DF, 2021. Disponível em: [BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais \(ibge.gov.br\)](https://bdia.ibge.gov.br/). Acesso em: 2 fev. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - INSTITUTO CHICO MENDES. **Instrução Normativa ICMBIO nº 11, de 11 de dezembro de 2014**. Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. [...]. Brasília/DF: ICMBIO, 2014. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao\\_normativa/2014/in\\_icmbio\\_11\\_2014\\_estabelece\\_procedimentos\\_prad.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf). Acesso em: 30 out. 2021.

INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - IG/SMA. **Mapeamento das áreas de riscos associados a escorregamentos e inundações no município de São Sebastião/SP**. Diagnóstico Técnico – Produto 2 – Meio Físico – ARIE SS. São Paulo: IG/SMA, 2006. Disponível em: [https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/ARIE\\_SSEBASTIAO/DT\\_ARIESS\\_%20LN\\_Meio\\_Fisico\\_Terrestre\\_Revisado%20-%20FK.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/ARIE_SSEBASTIAO/DT_ARIESS_%20LN_Meio_Fisico_Terrestre_Revisado%20-%20FK.pdf). Acesso em: 14 out. 2021.

INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX - IPNI. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium, 2023. Disponível em: <http://www.ipni.org>. Acesso em: 10 abr. 2023.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 11 abr. 2022.

KOBIYAMA, Masato; MINELLA, Jean P. G.; FABRIS, Ricardo. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte/MG, v. 22, n. 210, p. 10-17, maio/jun. 2001. Disponível em: [http://www.epamig.br/download/ia\\_210\\_recuperacao-de-areas-degradadas\\_mai\\_jun\\_2001/?wpdmdl=1461&refresh=623cfa064251f1648163334](http://www.epamig.br/download/ia_210_recuperacao-de-areas-degradadas_mai_jun_2001/?wpdmdl=1461&refresh=623cfa064251f1648163334). Acesso em: 21 nov. 2021.

KOHLRAUSCH, Fernanda; JUNG, Carlos F. Áreas ambientais degradadas: causas e recuperação. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11., 2015, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro, 2015. 22 p. (Área temática: Gestão Ambiental & Sustentabilidade). Disponível em: <https://silo.tips/download/areas-ambientais-degradadas-causas-e-recuperaao>. Acesso em: 13 nov. 2021.

LACERDA, Alecksandra V.; BARBOSA, Francisca M. Riparian vegetation structure in a Conservation Unit in the semi-arid region of Paraíba, Brazil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica/RJ, v. 27, n. 2, e20180240, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.024018>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LIMA, Pedro A. F.; PACHÊCO, Bárbara S.; SOUSA, Simone R. de; GATTO, Alcides; AQUINO, Fabiana de G.; ALBUQUERQUE, Lidiamar B. de. **Indicadores ecológicos: ferramentas para o monitoramento do processo de restauração ecológica**. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2015. 46 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 327). Disponível em: [Indicadores Ecológicos: Ferramentas para o Monitoramento do Processo de Restauração Ecológica. \(embrapa.br\)](http://www.embrapa.br/indicadores-ecologicos). Acesso em: 5 abr. 2022.

LIMA, Daiane F. B.; REMPEL, Claudete; ECKHARDT, Rafael R. Análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari: proposta de zoneamento ambiental. **Revista Geografia**, Londrina/PR, v. 16, n. 1, p. 51-77, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/6572/5966>. Acesso em: 24 ago. 2021.

LIMA, Samuel de J. S. **Avaliação da recuperação de área degradada por meio de poleiros artificiais e plantio consorciado de mudas nativas do cerrado**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2017. Disponível em: [https://jbb.ibict.br/bitstream/1/1195/1/2017\\_SamueldJesusSilvaLima.pdf](https://jbb.ibict.br/bitstream/1/1195/1/2017_SamueldJesusSilvaLima.pdf). Acesso em: 28 set. 2021.

LISBOA, Thais de F. B. **Caracterização e avaliação da restauração passiva em mata ciliar com uso de protocolos de monitoramento na região oeste do Paraná**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira/PR, 2019. Disponível em: [Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná \(RIUT\): Caracterização e avaliação da restauração passiva em mata ciliar com uso de protocolos de monitoramento na região Oeste do Paraná \(utfpr.edu.br\)](https://repositorio.institucional.uepar.br/handle/2019/1195). Acesso em: 27 out. 2021.

LUDWIG, John A.; REYNOLDS, James F. **Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing**. New York: Wiley-Interscience Pub., 1988.

MACANHÃO, Priscilla; ZUFFELLATO-RIBAS, Katia C.; CARPANEZZI, Antonio A.; TAVARES, Fernando R. Enraizamento do cipó-de-são-joão (*Pyrostegia venusta*) pela

aplicação de IBA e NAA. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas/SP, v. 15, supl., p. 132, 2003. (Edição de Resumos do Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 9, 2003. Atibaia/SP).

MACHADO, Aroldo F. L. *et al.* Eficiência fotossintética e uso da água em plantas de eucalipto pulverizadas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa/MG, v. 28, n. 2, p. 319-327, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/RtY3tB3fGFWf9J6BX6xLWZC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 mar. 2023.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa em marketing: uma orientação aplicada**. 6. ed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2012.

MELI, Paula; HOLL, Karen D.; BENAVALAS, Maria R.; JONES, Holly P.; JONES, Peter C.; MONTOYA, Daniel; MATEOS, David M. A global review of past land use, climate, and active vs. passive restoration effects on forest recovery. **Plos One**, San Francisco/Califórnia, v.12, n. 2, 2017. Disponível em: [A global review of past land use, climate, and active vs. passive restoration effects on forest recovery \(plos.org\)](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168888). Acesso em: 13 nov. 2021.

MEURER, Egon J.; ALVAREZ, Victor H.; BARROS, Nairam F.; FONTES, Renildes L. F.; CANTARUTTI, Reinaldo B.; NEVES, Júlio C. L. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. *In*: NOVAIS, Roberto F. *et al.* (ed.). **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 1. ed. Curitiba/PR: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. p. 65-90.

MINELLA, Giane M.; BÜNDCHEN, Márcia. **Técnicas de nucleação aplicadas na recuperação de áreas degradadas**. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em Diagnóstico Ambiental e Recuperação de Áreas Degradadas) - Universidade Comunitária da Região de Chapecó/SC, 2011. Disponível em: [Microsoft Word - Artigo Final Giane Maria Minella \(sed.sc.gov.br\)](https://www.sed.sc.gov.br). Acesso em: 12 mar. 2022.

MIRANDA NETO, Aurino; KUNZ, Sustanis H.; MARTINS, Sebastião V.; SILVA, Kelly de A.; SILVA, Deideluci A. da. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n. 6, p. 1035-1043, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000600009>. Acesso em: 21 jun. 2022.

MÔNICO, Allan C.; GANDOLFI, Sergius. Sobre a restauração ecológica de pequenas propriedades rurais. SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: DESAFIOS DO PROCESSO FRENTE À CRISE AMBIENTAL, 8., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2019. p. 127-132. Disponível em: [https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/11/anais\\_viii\\_simposio-de-restauracao-2019.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/11/anais_viii_simposio-de-restauracao-2019.pdf). Acesso em: 25 mar. 2022.

NERY, Emanoela R. A.; SARAIVA, Camila S.; CRUZ, Leonídia M. S.; SOUZA, Maíra M. O. R.; GOMES, Francisco S.; EL-HANI, Charbel N.; MARIANO-NETO, Eduardo. O conceito de restauração na literatura científica e na legislação brasileira. **Revista Caititu**, Salvador/BA, n. 1, p. 43-56, out. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revcaititu/article/view/5202/0>. Acesso em: 9 mar. 2022.

NUNES, Flávia P.; PINTO, Maria T. C. Conhecimento local sobre a importância de um reflorestamento ciliar para a conservação ambiental do Alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v. 7, n. 3, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000300019>. Acesso em: 13 nov. 2021.

OLIVEIRA, Elton B. L. de. **Avaliação de plantio de restauração ecológica por meio da semeadura direta no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2017. Disponível em: [2017\\_EltonBaiaLopesdeOliveira.pdf \(ibict.br\)](#). Acesso em: 8 abr. 2022.

OLIVEIRA, Renata E.; ENGEL, Vera L. A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. **Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 5, n. 1, nov. 2017. Disponível em: <https://www.revistacta.ufscar.br/index.php/revistacta/article/view/77>. Acesso em: 21 jun. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Assembleia Geral da ONU 2019**. Nova Iorque, set. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/09/1689192>. Acesso em: 8 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. Nações Unidas Brasil. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília/DF, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 24 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. United Nations System Staff College - UNSSC. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Alemanha, [2015]. Disponível em: [https://www.unssc.org/sites/default/files/portuguese\\_2030\\_agenda\\_for\\_sustainable\\_development\\_-\\_kcsd\\_primer.pdf](https://www.unssc.org/sites/default/files/portuguese_2030_agenda_for_sustainable_development_-_kcsd_primer.pdf). Acesso em: 30 set. 2021.

PAUMGARTTEN, Arllen E. A. **Restauração ecológica de mata ciliar dominada por pastagem no nordeste do Pará, Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/PR, 2018. Disponível em: [Dissertação - Restauração ecológica de mata ciliar dominada por pastagem....o.pdf \(ufra.edu.br\)](#). Acesso em: 24 out. 2021.

PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Bryan L.; McMAHON, Thomas A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, v. 11, n. 5, p.1633-1644, 2007. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html>. Acesso em: 15 fev. 2023.

PINTO, Nelson G. M.; CORONEL, Daniel A.; LOPES, Mygre M.; SILVA, Rodrigo A. A degradação ambiental no Brasil: uma análise das evidências empíricas. *In*: SEMINÁRIO DE JOVENS PESQUISADORES EM ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO, 1., 2013, Santa Maria/RS. **Anais** [...]. Santa Maria/RS: UFSM, 2019. p. 1-16. Disponível em: [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/533/2019/05/1\\_A-DEGRADAO-AMBIENTAL-NO-BRASIL-UMA-ANLISE-DAS-EVIDNCIAS-EMPRICAS.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/533/2019/05/1_A-DEGRADAO-AMBIENTAL-NO-BRASIL-UMA-ANLISE-DAS-EVIDNCIAS-EMPRICAS.pdf). Acesso em: 13 set. 2021.

PRACH, Karel; SEBELÍKOVÁ, Lenka; REHOUNKOVÁ, Klára; MORAL, Roger del. Possibilities and limitations of passive restoration of heavily disturbed sites. **Landscape Research**, Reino Unido, v. 45, e. 2, p. 247-253, 2019. Disponível em: [10.1080/01426397.2019.1593335](https://doi.org/10.1080/01426397.2019.1593335). Acesso em: 4 dez. 2021.

RABELO, Bruno dos S. **O papel do banco de sementes e de espécies nativas na recuperação da flora da Ilha da Trindade, Brasil**. 2018. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2018. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/35141/1/2018\\_BrunodosSantosRabelo.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/35141/1/2018_BrunodosSantosRabelo.pdf). Acesso em: 16 mar. 2022.

RECH, Carla C. C. *et al.* Avaliação da restauração florestal de uma APP degradada em Santa Catarina. **Floresta e Ambiente**, Seropédica/RJ, v. 22, n. 2, p. 194-203, jun. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/dmTZ9qq3d43FZVJPFYrtDqr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2021.

REICH, Michelle; FRANCELINO, Márcio R. Avaliação do potencial de recuperação de áreas alteradas em Áreas de Proteção Permanente em cursos d'água no município de Rio Branco, Acre. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais**, Belém/PA, v. 7, n. 2, p. 157-168, maio/ago. 2012. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/bmpegn/v7n2/v7n2a04.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

REIS, Paula; GALETTI, Mauro; MORELATTO, Leonor P.; SABINO, José. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, Campinas/SP, v. 5, n. 2, p. 309-318, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300021>. Acesso em: 16 dez. 2021.

REIS, Ademir; BECHARA, Fernando C.; ESPÍNDOLA, Marina B. de; VIEIRA, Neide K.; SOUZA, Leandro L. de Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, Goiânia/GO, v. 1, n. 1, p. 28-36, abr. 2003. Disponível em: [reis2003.pdf \(usp.br\)](#). Acesso em: 21 jun. 2022.

REIS, Ademir; TRES, Deisy R.; BECHARA, Fernando C. A Nucleação como Novo Paradigma na Restauração Ecológica: “Espaço para o Imprevisível”. *In*: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES, 2006, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, 2006, p. 1-17. Disponível em: [http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2006\\_10%20A%20Nucleacao%20como%20Novo%20Paradigma%20na%20Restauracao%20Ecologica.pdf](http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2006_10%20A%20Nucleacao%20como%20Novo%20Paradigma%20na%20Restauracao%20Ecologica.pdf). Acesso em: 15 fev. 2023.

REIS, Ademir; BECHARA, Fernando C.; TRES, Deisy R.; TRENTIN, Bruna E. Nucleação: Concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v. 24, n. 2, p. 509-519, abr./jun. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509814591>. Acesso em: 12 mar. 2022.

RICARDO, Valdir P. **Projeto de Recuperação das Matas Ciliares**. 2008. Monografia (Graduação em Administração) – Faculdade Centro Paulista de Ibitinga – FACEP, Ibitinga/SP, 2008. Disponível em: [https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/378/Documentos/4\\_2008\\_Ricardo\\_Mata\\_Ciliar.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/378/Documentos/4_2008_Ricardo_Mata_Ciliar.pdf). Acesso em: 5 abr. 2022.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. **Diretrizes ambientais para restauração de matas ciliares**. Porto Alegre/RS: SEMA, 2007. Disponível em: [untitled \(sema.rs.gov.br\)](#). Acesso em: 8 mar. 2022.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Portaria SEMA nº 79, de 31 de outubro de 2013**. Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. Porto Alegre/RS: SEMA, 2013. Disponível em:

<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/23180118-portaria-sema-79-de-2013-especies-exoticas-invasoras-rs.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2022.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **G040 – Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas**. Porto Alegre/RS: SEMA, 2020. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>. Acesso em: 13 nov. 2021.

RODRIGUES, Ricardo R.; BRANCALION, Pedro H. S.; ISERNHAGEN, Ingo. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/12470>. Acesso em: 4 abr. 2022.

RODRIGUES, Bruna D.; MARTINS, Sebastião V.; LEITE, Hélio G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n.1, p. 65-73, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/r4s6w7V9hW7VcPhZRjH65xx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 mar. 2022.

ROPPA, Cristiane. **Avaliação da dinâmica de restauração de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica em uma região de exíguos atributos ambientais, Nova Iguaçu – RJ**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2009. Disponível em: <http://r1.ufrjr.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20FINAL.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

ROVEDDER, Ana P. M.; ELTZ, Flávio L. F.; DRESCHER, Marta S.; SCHENATO, Ricardo B.; ANTONIOLLI, Zaida I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v. 39, n. 4, p.1061-1068, jul. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/fpZp7twNq5WBGZCfHDSyLSM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 abr. 2022.

RUWANZA, Sheunesu; GAERTNER, Mirijan; ESLER, Karen J.; RICHARDSON, David M. The effectiveness of active and passive restoration on recovery of indigenous vegetation in riparian zones in the Western Cape, South Africa: a preliminary assessment. **South African Journal of Botany**, Joanesburgo/África do Sul, v. 88, p. 132-141, set. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.022>. Acesso em: 25 out. 2021.

SARAIVA, Daniel D. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis/SC, v. 24, p. 49-58, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n4p49>. Acesso em: 18 maio 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Mata Ciliar**: Recuperações bem sucedidas. São Paulo: SMA, 2002. Disponível em: [Mata ciliar \(unesp.br\)](https://www.unesp.br/mataciliar). Acesso em: 21 mar. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente. **Resolução SMA n.º 47, de 26 de novembro 2003**. Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001; fixa orientação para o

reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. São Paulo: SMA, 2003. Disponível em: [https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2003\\_Res\\_SMA\\_47.pdf](https://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2003_Res_SMA_47.pdf). Acesso em: 2 jan. 2022. SER

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Cadernos da Mata Ciliar**. São Paulo: SMA, 2009. v. 1. Disponível em: [https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos\\_Mata\\_Ciliar\\_1\\_Preservacao\\_Nascentes.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos_Mata_Ciliar_1_Preservacao_Nascentes.pdf). Acesso em: 24 mar. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Restauração Ecológica: Sistemas de Nucleação**. São Paulo: SME, 2011. Disponível em: [Nucleacao.pdf \(ambiente.sp.gov.br\)](#). Acesso em: 13 nov. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Matas ciliares: os cílios protetores das águas**. 2. ed. São Paulo: SMA, 2014. 82 p. (Cadernos de Educação Ambiental, n. 7). Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/2014/11/7-MATAS-CILIARES.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

SCHERER, Hulia J.; ESSI, Liliana; PINHEIRO, Damaris K. O conhecimento da Biodiversidade: um estudo de caso com estudantes de graduação de uma universidade brasileira. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria/RS, v. 14, n. 2, p. 49-58, 2015. Disponível em: [O conhecimento da biodiversidade: um estudo de caso com estudantes de graduação de uma universidade brasileira | Scherer | Revista Monografias Ambientais \(ufsm.br\)](#). Acesso em: 14 nov. 2021.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Rio Grande do Sul**. Brasília/DF: MMA, 2018. 83 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN). Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/publicacoes>. Acesso em: 5 ago. 2022.

SGARBI, Ana S. **Avaliação do crescimento inicial de espécies nativas em plantio misto de restauração florestal em Dois Vizinhos, PR**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Curso Superior em Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos/PR, 2013. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10960/2/DV\\_COENF\\_2012\\_2\\_03.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10960/2/DV_COENF_2012_2_03.pdf). Acesso em: 10 abr. 2022.

SILVA, Idaiana A. **Avaliação das técnicas de nucleação para restauração ecológica das matas ciliares do córrego Santo Antônio**. 2011. Monografia (Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia de Jahu, Centro Paula Souza, Jaú, São Paulo, 2011. Disponível em: [https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/repositorio/378/documentos/11\\_2011\\_silva\\_nucleacao.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/repositorio/378/documentos/11_2011_silva_nucleacao.pdf). Acesso em: 10 out. 2021.

SILVA, Kelly de A.; MARTINS, Sebastião V.; MIRANDA NETO, Aurino; CAMPOS, Wanuzza H. Semeadura direta com transposição de serrapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 39, n. 5, p. 811-820, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000500004>. Acesso em: 21 jun. 2022.

SKORUPA, Ladislau A.; VIEIRA, Daniel L. M.; KUHLMANN, Marcelo; SAMPAIO, Alexandre B.; MORAES, Luiz F. D. de; ISERNHAGEN, Ingo; RIBEIRO, José F. **Roteiro para elaboração de um projeto de recomposição de áreas degradadas ou alteradas**.

Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2021. (Documentos, 373). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226663/1/Roteiro-para-elaboracao-de-um-projeto-de-recomposicao-de-areas-degradadas-ou-alteradas-Doc373.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SOARES, Pablo G.; CASTILHOS, Zuleica C. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Brasil. *In: JORNADA DO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO INTERNA DO CETEM*, 4., Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Brasília/DF: CETEM/MCTI, 2015. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1802>. Acesso em: 18 dez. 2021.

SOBRAL, Marcos; JARENKOW, João A.; BRACK, Paulo; IRGANG, Bruno; LARocca, João; RODRIGUES, Rodrigo S. (org.) **Flora arbórea e arborecente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2. ed. São Carlos: Editora Rima, 2013.

SOUSA, Emanuel E.; SOUTO, Flávio S.; QUEIROZ, Rubens T.; PEREIRA, Maria S. *Senna mil. (fabaceae, caesalpinioideae)* em Cachoeira dos Índios, Paraíba, Brasil. **Pesquisas, Botânicas**, São Leopoldo/RS, n. 76, p. 7-27, 2021. Disponível em: [76\\_001.pdf \(unisinus.br\)](#). Acesso em: 14 mar. 2023.

SOUZA, Dalmo P.; KOBAYAMA, Masato. Ecoengenharia em zona ripária: renaturalização de rios e recuperação de vegetação ripária. *In: SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS*, 1., 2003, Alfredo Wagner. **Anais [...]**. Florianópolis/SC: UFSC/PPGEA, 2003. p.121-131. Disponível em: [ZONAS RIPÁRIAS-inteiro \(ufsc.br\)](#). Acesso em: 24 nov. 2021.

SOUZA, Vânia C.; ANDRADE, Leonaldo A.; QUIRINO, Zelma G. M. Floral biology of *Sesbania virgata*: an invasive species in the Agreste of Paraíba, northeastern Brazil. **Rodriguésia**. v. 67, n. 4, p. 871-878, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667402>. Acesso em: 14 mar. 2023.

STRECK, Edeimar V.; KAMPF, Nestor; DALMOLIN, Ricardo S. D.; KLAMT, Egon; NASCIMENTO, Paulo C.; GIASSON, Elvio; PINTO, Luiz F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed., rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018. 252 p. il. color. ISBN 978-85-98842-20-2.

TATSCH, Giovana L. **Recuperação de uma área degradada através do método de nucleação – Santa Margarida do Sul, RS**. 2011. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal) – Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pampa, São Gabriel/RS, 2011. Disponível em: [Giovana-Tatsch.pdf \(unipampa.edu.br\)](#). Acesso em: 8 dez. 2021.

TAVARES, Sílvio R. de L. Áreas degradadas: conceitos e caracterização do problema. *In: BALIEIRO, Fabiano de C.; TAVARES, Sílvio R. de L. (org.). Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p. 1-8. Disponível em: [https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2012/02/curso\\_rad\\_2008.pdf](https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2012/02/curso_rad_2008.pdf). Acesso em: 19 nov. 2021.

TOMAZI, Aline L.; ZIMMERMANN, Carlos E.; LAPS, Rudi R. Poleiros artificiais como modelo de nucleação para restauração de ambientes ciliares: caracterização da chuva de

sementes e regeneração natural. **Biotemas**, Florianópolis/SC, v. 23, n. 3, p. 125–135, jan. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2010v23n3p125>. Acesso em: 15 fev. 2023.

TRES, Deisy R.; SANT’ANNA, Cristina S.; BASSO, Sandro; LANGA, Reinaldo; RIBAS JR., Ulisses; REIS, Ademir. Poleiros artificiais e transposição de solo para a restauração nucleadora em áreas ciliares. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre/RS, v. 5, e. 1, 2007. Disponível em: [Poleiros Artificiais e Transposição de Solo para a Restauração Nucleadora em Áreas Ciliares | Tres | Revista Brasileira de Biociências \(ufrgs.br\)](https://www.ufrgs.br/biotemas/article/view/2175-7925.2010v23n3p125). Acesso em: 26 out. 2021.

UMEDA, Camila Y. L.; SANTOS, Tiago H. L.; LASTORIA, Giancarlo; OLIVEIRA, Ana P. G.; COUTINHO, Heitor L. C.; PARANHOS FILHO, Antonio C. Uso de sensoriamento remoto na identificação de corredores ecológicos: estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Bonito/MS. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 551-557, out./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/86BHhLhcFG8WgKyBr3M39gG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME – UNODC. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Viena/Áustria: ONU, UNODC, 2015. Disponível em: <https://www.unodc.org/lpo-brazil/pt/crime/embaixadores-da-juventude/conhea-mais/a-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentvel.html>. Acesso em: 23 nov. 2021.

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES. Núcleo de Informações Hidrometeorológicas – NIH. **Histórico de dados meteorológicos**. Lajeado/RS, 2021, 2022. Disponível em: <https://www.univates.br/nih/historico-de-dados>. Acesso em: 11 jan. 2023.

VALCARCEL, Ricardo; SILVA, Zilanda de S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Revista Floresta**, Curitiba/PR, v. 27, n. 1-2, p. 101-114, 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2303/1923>. Acesso em: 12 nov. 2021.

WEBLER, Caren D. P. **Restauração florestal em área degradada por pastagem no Sul do Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS, 2018. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2185/1/WEBLER.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2021.

WESTGATE, Martin J.; LIKENS, Gene E.; LINDENMAYER, David B. Adaptive management of biological system: A review. *Science Direct*, v. 158, fev. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.016>. Acesso em: 09 mar. 2023.

WRI BRASIL. **Relatório Anual 2019**. São Paulo: WRI Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/uploads/relatorio-institucional-2019.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2023.

WÜST, Caroline; TAGLIANI, Naiara; CONCATO, Ani C. A pecuária e sua influência impactante ao meio ambiente. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL*, 6., 2015, Porto Alegre/RS. **Anais [...]**. Bauru/SP: IBEAS, 2015. p. 1-5. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/V-025.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022.

ZANDONAI, Roberta. Começa a década da ONU da restauração de ecossistemas. **Nações Unidas Brasil**, Brasília/DF, 7 jun. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/130341-comeca-decada-da-onu-da-restauracao-de-ecossistemas>. Acesso em: 24 mar. 2022.

ZILLER, Sílvia R.; ZALBA, Sergio. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação**, Goiânia/GO, v. 5, n. 2, p. 8-15, out. 2007. Disponível em: [https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/822757/mod\\_resource/content/1/Ziller%20-%20Zalba%202%20-%20Natureza%20e%20Conservacao%202007%20Portugu%C3%A9s.pdf](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/822757/mod_resource/content/1/Ziller%20-%20Zalba%202%20-%20Natureza%20e%20Conservacao%202007%20Portugu%C3%A9s.pdf). Acesso em: 12 nov. 2021.

ZILLER, Sílvia R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 178, p. 77-79, dez. 2001. Disponível em: [cienhojedez2001.pdf](#). Acesso em: 20 mar. 2022.

ZUUR, Alain F.; IENO, Elena N. J.; WALKER, Neil J.; SVELIEV, Anatoly A.; SMITH, Graham M. **Modelos de efeitos mistos e extensões em ecologia com R**. New York: Springer-Verlag, 2009. *E-book*.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – Declaração Aprovação de Projetos Florestais

Aprovação pelo Departamento de Biodiversidade, Órgão da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul, Processo nº 4114-05.67 / 20.5 e Declaração de Aprovação de Projetos Florestais - DAPPF nº 00064 / 2021.



GOVERNO DO ESTADO  
RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
E INFRAESTRUTURA

Processo nº  
4114-05.67 / 20.5

DAPPF Nº 00064 / 2021

### DECLARAÇÃO APROVAÇÃO DE PROJETOS FLORESTAIS

O Departamento de Biodiversidade, Órgão da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul, criado pelo Decreto Estadual nº 54.550 de 02 de abril de 2019, em consonância com a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e com a Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006, nos termos da Lei Estadual nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992, e com base nos autos do processo administrativo nº 4114-05.67/20.5, concede o presente documento:

#### I - Identificação:

**EMPREENDEDOR RESPONSÁVEL:** 159869 - COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA CEEE-D

CPF / CNPJ / Doc Estr: 08.467.115/0001-00

**ENDEREÇO:** AVENIDA JOAQUIM PORTO VILLANOVA 201  
JARDIM DO SALSO  
91410-400 PORTO ALEGRE - RS

**EMPREENDIMENTO:** 421584

**LOCALIZAÇÃO:** AVENIDA JOAQUIM PORTO VILLANOVA 201 RFO SISTEMAS CEEE-D  
JARDIM DO SALSO  
PORTO ALEGRE - RS

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Latitude: -30,05672561 Longitude: -51,15475774

**A PROMOVER:** COMPESACAO AMB OBRA UTILIDADE PUBLICA

**RAMO DE ATIVIDADE:** 10.572,00

**MEDIDA DE PORTE:** 95,00 área total em hectares (ha)

#### II - Condições e Restrições:

##### 1. Quanto ao Empreendimento:

- 1.1- esta Declaração de Aprovação de Projetos Florestais refere-se ao projeto de compensação ambiental para a implantação e manutenção de empreendimentos considerados de utilidade pública, conforme apresentado no processo administrativo;
- 1.2- a Reposição Florestal Obrigatória (RFO) será efetivada por meio da execução do Projeto Técnico "Estudo de metodologias de restauração da cobertura vegetal das margens de rios e arroios da Bacia Hidrográfica do rio Taquari" (processo administrativo (PROA) nº 19/0500-0002484-8), sob execução da Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social (FUVATES). O projeto está estimado no valor de R\$251.600,00, equivalente à conversão monetária do saldo devedor que perfaz 24.789 mudas, referente à LO nº 01159/2016-DL. Considerando que o passivo ambiental relacionado à referida LO totaliza 30.855 mudas, resta, portanto, um débito de 6.066 mudas para compensação integral da Reposição Florestal Obrigatória vinculada à LO nº 01159/2016-DL. O mesmo deverá ser cumprido em outro processo administrativo, somando-se, ou não, a outras licenças ambientais;
- 1.3- esta Aprovação do Projetos Florestais de Reposição Florestal Obrigatória (RFO) não está vinculada ao Registro no Sistema de Controle Florestal;
- 1.4- a responsabilidade técnica pela execução do projeto deverá ser assegurada mediante Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) válida, garantindo o acompanhamento por profissional habilitado(a) e devidamente registrado junto ao respectivo conselho profissional;
- 1.5- mediante decisão motivada, a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura poderá alterar as recomendações, as medidas de

controle e adequação, bem como suspender ou cancelar este documento, caso ocorra:

- 1.5.1- violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;
- 1.5.2- omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do presente documento;
- 1.5.3- superveniência de graves riscos ambientais e de saúde;

Este documento é válido para as condições acima até 26 de março de 2025, caso ocorra o descumprimento das condições e restrições desta autorização, o empreendedor estará sujeito às penalidades previstas em Lei.

Esta Declaração não dispensa nem substitui quaisquer alvarás ou certidões de qualquer natureza exigidos pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal, nem exclui as demais licenças ambientais;

Esta Declaração deverá estar disponível no local da atividade licenciada para efeito de fiscalização.

Data de emissão: Porto Alegre, 25 de março de 2021.

Este documento é válido para as condições acima no período de 26/03/2021 à 26/03/2025.

Este documento foi certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida integridade de seu conteúdo e está à disposição no site [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br).



Nome do arquivo: xfyonwma.v4q  
Autenticidade: Documento íntegro



| DOCUMENTO ASSINADO POR | DATA                          | CPF/CNPJ    | VERIFICADOR       |
|------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------|
| Diego Melo Pereira     | 31/03/2021 15:29:30 GMT-03:00 | 00390472026 | Assinatura válida |

Documento Assinado Digitalmente

Documento eletrônico assinado digitalmente conforme MP nº 2.200-2/2001 de 24/08/2001, que institui a infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil.

## ANEXO 2 - Termo de Cooperação com o proprietário da área

## TERMO DE COOPERAÇÃO

|                         |   |         |  |
|-------------------------|---|---------|--|
| Instituição de Ensino   | Universidade do Vale do Taquari - Univates  |         |  |
| Mantenedora             | Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social - FUVATES   |         |  |
| CNPJ                    | 04.008.342/0001-09  |         |  |
| Sede                    | Rua Avelino Tallini, 171, bairro Universitário, Lajeado-RS  |         |  |
| Projeto de Pesquisa     | Estudo de metodologias de restauração da cobertura vegetal das margens de rios e arroios da Bacia Hidrográfica do rio Forqueta. |         |  |
| Pesquisador responsável | Elisete Maria de Freitas  |         |  |
| Proprietário(a)         | Luiz Veronese   |         |  |
| RG                      | 92004626238   | CPF     |  |
| Endereço                | Três Saltos Baixo, Tronqueira, RS   |         |  |
| Telefone                |   | Celular |  |
| E-mail                  |   |         |  |

1. O objeto do presente termo é a realização de pesquisa de interesse acadêmico, ambiental e social, que consiste na aplicação de metodologias para a restauração de áreas degradadas em margens degradadas do rio Forqueta.

Parágrafo único. O projeto encontra-se aprovado pela SEMA-RS.

2. O(A) proprietário(a) compromete-se a:

- permitir o acesso dos pesquisadores e seus acompanhantes de pesquisa para execução das atividades previstas no projeto;
- não remover o cercamento;
- não interferir no espaço delimitado, nem mesmo permitir a circulação de animais no local;
- comunicar os pesquisadores do projeto sobre qualquer situação adversa que perceber no local (invasão por animais, queda do cercamento, enchente que possa afetar o andamento da pesquisa).

Parágrafo único. A desistência do(a) proprietário(a) acarreta a imediata paralisação do projeto, assim como sua a responsabilização quanto à restauração das áreas de APP, em atendimento à exigência da atual legislação em vigor, devendo prosseguir sem o apoio da UNIVATES, seguindo as exigências dos órgãos ambientais competentes, e sem acarretar ônus a esta.

3. O(s) pesquisador(es) compromete(m)-se a:

- aplicar as metodologias para a restauração da cobertura vegetal das áreas selecionadas para o estudo;
- acompanhar a sucessão da comunidade vegetal até julho de 2025;
- apresentar aos proprietários(as) os resultados finais da pesquisa, em forma de relatório;
- resguardar, por meio de sigilo, o nome dos proprietários participantes;



e) não deixar resíduos de materiais utilizados durante as atividades..

Parágrafo único. Pertencem exclusivamente à Instituição e sua mantenedora a propriedade intelectual e os direitos autorais e industriais decorrentes da pesquisa realizada, na forma da legislação em vigor.

4. As despesas do projeto correrão por conta do projeto de pesquisa, não havendo, de qualquer forma, transferências de recursos ao proprietário, nem reembolso, ressarcimento ou indenização.

5. Elege-se o foro da Comarca de Lajeado-RS.

Lajeado-RS, 03 de setembro de 2021



PESQUISADORA RESPONSÁVEL/UNIVATES



PROPRIETÁRIO(A)

TESTEMUNHAS:

1. Carla R. Orlando

2. Katlin F. Rodrigues

**ANEXO 3 - Termo de Parceria com o município de Travesseiro/RS****TERMO DE PARCERIA**

nº 28127/21

A **FUNDAÇÃO VALE DO TAQUARI DE EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SOCIAL – FUVATES**, mantenedora da Universidade do Vale do Taquari – Univates, inscrita no CNPJ sob nº 04.008.342/0001-09, com sede na rua Avelino Tallini, 171, Universitário, Lajeado/RS - CEP 95914-014, doravante denominada de **UNIVATES** e o **MUNICÍPIO DE TRAVESSEIRO**, inscrito no CNPJ sob nº 94.706.124/0001-30, com sede na Rua 20 de Março, 337, Centro, Travesseiro/RS - CEP 94.948-000, doravante denominado **MUNICÍPIO**, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. **Gilmar Luiz Southier**, resolvem firmar o presente Termo de Parceria, mediante as cláusulas e condições a seguir:

**Considerando que** o projeto foi aprovado pela SEMA/RS com o apoio financeiro da CEEE;

**Considerando que** o projeto foi aprovado pelo Departamento de Biodiversidade (DBIO) da SEMA RS - DAPPF (Declaração de Aprovação de Projetos Florestais) nº 00064/2021.

**CLÁUSULA PRIMEIRA – Do Objeto**

Constitui o objeto do presente termo a união de esforços entre as partes para a viabilização do projeto de pesquisa intitulado Estudo de metodologias de restauração da cobertura vegetal das margens de rios e arroios da Bacia Hidrográfica do rio Taquari.

**CLÁUSULA SEGUNDA: Das Obrigações****2.1 - Compete à UNIVATES:**

- a) fornecer todas as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa e suporte do município;
- b) executar o projeto nas propriedades selecionadas;
- c) responsabilizar-se pelos custos oriundos da execução do projeto;

**2.2 - Compete ao MUNICÍPIO:**

- a) realizar o apoio logístico para a realização do projeto;
- b) estabelecer um diálogo com os proprietários das propriedades a serem utilizadas para a implantação do projeto, para facilitação dos encaminhamentos;
- c) disponibilizar, na medida do possível, mão de obra para auxiliar em algumas atividades (instalação de estrutura para poleiros, cercas, roçada, abertura de covas) e no transporte de materiais até os locais da execução do projeto;

**CLÁUSULA TERCEIRA – Das atividades**

**3.1** As atividades ocorrerão de acordo com o estabelecido no projeto, parte integrante deste instrumento.

**CLÁUSULA QUARTA – Do Prazo**

**4.1** O presente convênio tem vigência de 14/07/2021 à 31/07/2025, podendo ser rescindido a qualquer momento, mediante aviso prévio de 30 (trinta) dias.



4.2 As partes poderão renovar o presente por meio de termo aditivo.

#### CLÁUSULA QUINTA – Das condições gerais

5.1 As obrigações assumidas pela UNIVATES são única e exclusivamente as expressas no presente instrumento, não assumindo nenhuma obrigação pecuniária nem responsabilidade solidária ou subsidiária.

5.2 Cada uma das partes será responsável por todas as obrigações legais relativas ao pessoal que contratou, seja qual for o regime de contratação, não se configurando vínculo entre os trabalhadores do MUNICÍPIO e a UNIVATES e vice-versa.

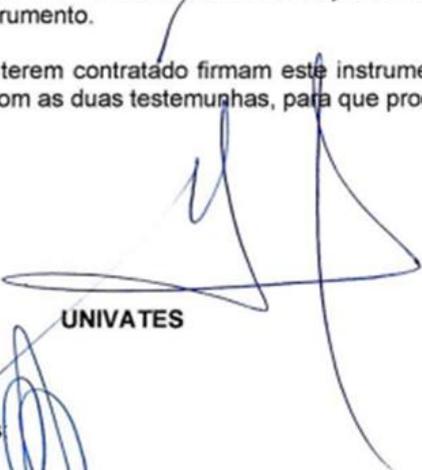
5.3 Cada parte será responsável pelas despesas decorrentes das obrigações que assumiu por força desta Parceria.

#### CLÁUSULA SEXTA – Do Foro

6.1 Fica eleito o Foro da Comarca de Lajeado/RS para dirimir eventuais dúvidas oriundas do presente instrumento.

E por assim terem contratado firmam este instrumento em 02 (duas) vias de igual teor e forma, juntamente com as duas testemunhas, para que produza seus jurídicos e legais efeitos.

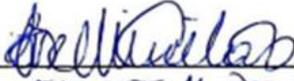
Lajeado/RS, 14 de julho de 2021.

  
 UNIVATES

  
 MUNICÍPIO

Testemunhas:

1.   
 Nome: CRYSTIAN ESTEVAM QUINTO  
 CPF: 835.758.550-72

2.   
 Nome: ELISETE M. DE FREITAS  
 CPF: 470.564.870-68

## ANEXO 4 - ART nº 2021/16030

| <b>Serviço Público Federal</b>  |                                     |   |                                     |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO</b>   |                                     |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2021/16030</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>   |                                     |   |                                     |
| 2.Nome: ELISETE MARIA DE FREITAS  |                                     | 3.Registro no CRBio: 017812/03-D                      |                                     |
| 4.CPF: 470.564.870-68   | 5.E-mail: elisetemfreitas@gmail.com |   | 6.Tel: (51)9753-4093                |
| 7.End.: SABIA Rua Sabiá, 1160   |                                     | 8.Compl.: 1160  |                                     |
| 9.Bairro: CARNEIROS   | 10.Cidade: LAJEADO                  | 11.UF: RS   | 12.CEP: 95913-530                   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                                     |   |                                     |
| 13.Nome: FUNDAÇÃO VALE DO TAQUARI DE EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO   |                                     |   |                                     |
| 14.Registro Profissional:   |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 04.008.342/0001-09               |                                     |
| 16.End.: AVENIDA AVELINO TALINI 171   |                                     |   |                                     |
| 17.Compl.:  |                                     | 18.Bairro: UNIVERSITARIO                              | 19.Cidade: LAJEADO                  |
| 20.UF: RS   | 21.CEP: 95914-014                   | 22.E-mail/Site: fuvates@univates.br / www.univates.br |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |                                     |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços;   |                                     |   |                                     |
| 24.Identificação : BIÓLOGA, PROFESSORA UNIVERSITÁRIA E PESQUISADORA. ATUAÇÃO NO PROJETO DE PESQUISA INTITULADO ESTUDO DE METODOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DAS MARGENS DE RIOS E ARROIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI.   |                                     |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: TRAVESSEIRO   |                                     |   | 26.UF: RS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |                                     | 28.Perfil da equipe: BIÓLOGA E PESQUISADORA.          |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;  |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente                    |                                     |
| 31.Descrição sumária : O PROJETO TEM COMO OBJETIVO AVALIAR DIFERENTES METODOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE ÁREAS DEGRADADAS A SEREM APLICADAS NAS MARGENS DEGRADADAS DO RIO FORQUETA (ARROIO DO MEIO, TRAVESSEIRO, MARQUES DE SOUZA) E DO RIO TAQUARI (ENCANTADO) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI, COM A FINALIDADE DE DEFINIR OS MELHORES MÉTODOS A SEREM ADOTADOS NA REGIÃO. SERÃO APLICADAS TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA E DE RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO, TAIS COMO DISPERSÃO DE SEMENTES; POLEIROS ARTIFICIAIS; TRANSPOSIÇÃO DE SOLO; NUCLEAÇÃO; SEMEADURA; PLANTIO E SUCESSÃO NATURAL COM CONTROLE DE EXÓTICAS INVASORAS. |                                     |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 0,00  | 33.Total de horas: 6000             | 34.Início: AGO/2021                                   | 35.Término: AGO/2025                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                                     |   |                                     |
| Data:   | Data:                               |   |                                     |
| Assinatura do Profissional  | Assinatura e Carimbo do Contratante |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>   |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>          |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  |                                     |   |                                     |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 3172.3486.3486.3799**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio03.gov.br](http://www.crbio03.gov.br)

## ANEXO 5 - ART nº 2021/16031

| <b>Serviço Público Federal</b>   |                                     |   |   |
|--|-------------------------------------|---|---|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO</b>  |                                     |   |   |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2021/16031</b>  |
| <b>CONTRATADO</b>  |                                     |   |   |
| 2.Nome: CARLA ROBERTA ORLANDI  |                                     | 3.Registro no CRBio: 110867/03-D                      |   |
| 4.CPF: 031.354.140-00  | 5.E-mail: carla-orlandi@hotmail.com |   | 6.Tel: (51)99753-2106   |
| 7.End.: ESTRADA GERAL s/n  |                                     | 8.Compl.: CASA  |   |
| 9.Bairro: LAGOA DUTRA  | 10.Cidade: PROGRESSO                | 11.UF: RS   | 12.CEP: 95925-000   |
| <b>CONTRATANTE</b>   |                                     |   |   |
| 13.Nome: FUNDAÇÃO VALE DO TAQUARI DE EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO  |                                     |   |   |
| 14.Registro Profissional:  |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 04.008.342/0001-09               |   |
| 16.End.: AVENIDA AVELINO TALINI 171  |                                     |   |   |
| 17.Compl.:   |                                     | 18.Bairro: UNIVERSITARIO                              | 19.Cidade: LAJEADO  |
| 20.UF: RS  | 21.CEP: 95914-014                   | 22.E-mail/Site: fuvates@univates.br / www.univates.br |   |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>   |                                     |   |   |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços;  |                                     |   |   |
| 24.Identificação : ATUAÇÃO NO PROJETO DE PESQUISA INTITULADO ESTUDO DE METODOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DAS MARGENS DE RIOS E ARROIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI. BIÓLOGA, MESTRANDA E PESQUISADORA  |                                     |   |   |
| 25.Município de Realização do Trabalho: TRAVESSEIRO  |                                     |   | 26.UF: RS   |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                     | 28.Perfil da equipe: BIÓLOGA E PESQUISADORA           |   |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;   |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente                    |   |
| 31.Descrição sumária : O PROJETO TEM COMO OBJETIVO AVALIAR DIFERENTES METODOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE ÁREAS DEGRADADAS A SEREM APLICADAS NAS MARGENS DEGRADADAS DO RIO FORQUETA (ARROIO DO MEIO, TRAVESSEIRO, MARQUES DE SOUZA) E DO RIO TAQUARI (ENCANTADO) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI, COM A FINALIDADE DE DEFINIR OS MELHORES MÉTODOS A SEREM ADOPTADOS NA REGIÃO. SERÃO APLICADAS TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA E DE RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO, TAIS COMO DISPERSÃO DE SEMENTES; POLEIROS ARTIFICIAIS; TRANSPOSIÇÃO DE SOLO; NUCLEAÇÃO; SEMEADURA; PLANTIO E SUCESSÃO NATURAL COM CONTROLE DE EXÓTICAS INVASORAS. |                                     |   |   |
| 32.Valor: R\$ 0,00   | 33.Total de horas: 4600             | 34.Início: AGO/2021                                   | 35.Término: AGO/2025  |
| <b>36. ASSINATURAS</b>   |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>  |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |                                     |   |  |
| Data:  | Data:                               |   |   |
| Assinatura do Profissional   | Assinatura e Carimbo do Contratante |   |   |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>  |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>          |   |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                     |   |   |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional  |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante   |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 7984.8298.8298.8611**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio03.gov.br](http://www.crbio03.gov.br)

**ANEXO 6 - Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) sob o Cadastro nº AC6D297**



**Ministério do Meio Ambiente**  
**CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO**  
 SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

**Comprovante de Cadastro de Acesso**  
**Cadastro nº AC6D297**

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **AC6D297**  
 Usuário: **Universidade do Vale do Taquari-Univates**  
 CPF/CNPJ: **04.008.342/0001-09**  
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**  
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

**Espécie**

**Acalypha gracilis**  
**Ageratum conyzoides**

Título da Atividade: **Restauração de duas áreas degradadas em margem de rio da Bacia Hidrográfica do rio Taquari, Rio Grande do Sul**

**Equipe**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Elisete Maria de Freitas</b>      | <b>Universidade do Vale do Taquari-Univates</b>   |
| <b>Mara Cintia Winhelmann</b>        | <b>Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES</b> |
| <b>Carla Roberta Orlandi</b>         | <b>Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES</b> |
| <b>Augusto Pretto Chemin</b>         | <b>Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES</b> |
| <b>Liana Johann</b>                  | <b>Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES</b> |
| <b>Marcos Vinicius Vizioli Klaus</b> | <b>Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES</b> |

Data do Cadastro: **28/02/2023 22:20:33**  
 Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético  
 Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **22:30** de **28/02/2023**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO  
 DO PATRIMÔNIO GENÉTICO  
 E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL  
 ASSOCIADO - **SISGEN**

## APÊNDICES

**Material Suplementar 1 – Entrevista realizada com o proprietário da área degradada localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro/RS**

Propriedade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1. Qual o tempo de posse da propriedade?
2. Qual o histórico de uso do local?
  - ( ) Floresta
  - ( ) Cultivo agrícola. Se sim, qual (as)? \_\_\_\_\_
  - Qual era a estrutura de vegetação que existia antes do cultivo?  
\_\_\_\_\_
3. Por quanto tempo de cultivo?
  - ( ) De 0 a 5 anos?
  - ( ) De 5 a 10 anos?
  - ( ) De 10 a 15 anos?
  - ( ) De 15 a 20 anos?
  - ( ) Mais de 20 anos?
4. Qual manejo era empregado?
  - ( ) Roçada
  - ( ) Aração manual (Tração animal)
  - ( ) Tratorizada
5. Foi utilizado algum produto no local?
  - ( ) Químico
    - ( ) Fertilizante
    - ( ) Agrotóxico
  - ( ) Natural. Qual? \_\_\_\_\_
6. Qual a função do produto?
  - ( ) Fungicida
  - ( ) Inseticida
  - ( ) Acaricida
  - ( ) Bactericida
  - ( ) Herbicida
7. Por quanto tempo?
  - ( ) Mensal
  - ( ) Anual
8. Qual o uso adjacente ao local?
  - ( ) Área cultivada
    - ( ) Plantação
    - ( ) Pastagem
  - ( ) Potreiro
  - ( ) Floresta
  - ( ) Área abandonada
9. Qual a frequência das inundações?
  - ( ) Semestral
  - ( ) Anual
10. Qual a estação(s) das inundações?
  - ( ) Verão
  - ( ) Inverno
  - ( ) Outono
  - ( ) Primavera

11. Qual a porcentagem de ocupação da propriedade durante a inundação?

- 0 a 25%
- 25 a 50%
- 50 a 75%
- 75 a 100%

12. Qual o nível de destruição após as inundações?

---

---

13. Alguma inundação ocorrida foi responsável por destruição maior? Quando? Como ficou a área após a inundação?

**Material Suplementar 2 - Composição do mix de sementes utilizadas na semeadura em quadros em uma área degradada localizada na margem esquerda do Rio Forqueta, no município de Travesseiro/RS**

| Espécie  | Total por pote | Total por parcela | Mix 1      | Mix 2       | Mix 3      | Mix 4      |
|--|----------------|-------------------|------------|-------------|------------|------------|
| <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan                             | 5              | 30                | 0          | 5           | 0          | 0          |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi                                     | 300            | 1800              | 300        | 300         | 300        | 300        |
| <i>Bauhinia forficata</i> Link   | 3              | 18                | 3          | 0           | 0          | 0          |
| <i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão                                      | 5              | 30                | 5          | 5           | 5          | 5          |
| <i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.                                     | 4              | 24                | 4          | 4           | 4          | 4          |
| <i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.)                                    | 5              | 30                | 5          | 0           | 5          | 5          |
| <i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk         | 5              | 30                | 5          | 0           | 5          | 5          |
| <i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo | 5              | 30                | 0          | 0           | 0          | 5          |
| <i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz                              | 5              | 30                | 0          | 5           | 0          | 0          |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze                                   | 5              | 30                | 0          | 0           | 5          | 0          |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw.   | 270            | 1620              | 0          | 270         | 0          | 0          |
| <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link                                      | 580            | 3480              | 580        | 580         | 580        | 580        |
| <b>Total</b>   |                |                   | <b>902</b> | <b>1169</b> | <b>904</b> | <b>904</b> |

Fonte: Do Autor (2022).

## **PRODUTO TÉCNICO**

Uma cartilha foi produzida com a apresentação das espécies exóticas invasoras. Na cartilha, dados como identificação científica e popular, características biológicas e ecológicas, propagação e imagens estão presentes.

As cartilhas serão disponibilizadas de forma impressa e *online*, sendo entregues à população e instituições públicas e privadas, servindo como guia em projetos de restauração.



**UNIVATES**

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil  
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000  
[www.univates.br](http://www.univates.br) | 0800 7 07 08 09