

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**TRANSPOSIÇÃO DO BANCO DE SEMENTES COMO  
ESTRATÉGIA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA  
PARA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL,  
SANTA MARIA, RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Bruna Balestrin Piaia**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**TRANSPOSIÇÃO DO BANCO DE SEMENTES COMO  
ESTRATÉGIA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARA  
FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA MARIA, RS**

**Bruna Balestrin Piaia**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Engenharia Florestal**.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Paula Moreira Rovedder**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Piaia, Bruna Balestrin  
TRANSPosição DO BANCO DE SEMENTES COMO ESTRATÉGIA DE  
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL,  
SANTA MARIA, RS / Bruna Balestrin Piaia.-2015.  
77 p.; 30cm

Orientadora: Ana Paula Moreira Rovedder  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2015

1. Áreas degradadas 2. Nucleação 3. Transposição do  
solo 4. Sucessão ecológica I. Rovedder, Ana Paula Moreira  
II. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Bruna Balestrin Piaia. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: [brunabpiaia@gmail.com](mailto:brunabpiaia@gmail.com)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**TRANSPOSIÇÃO DO BANCO DE SEMENTES COMO ESTRATÉGIA  
DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARA FLORESTA ESTACIONAL  
DECIDUAL, SANTA MARIA, RS**

elaborado por  
**Bruna Balestrin Piaia**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestra em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Ana Paula Moreira Rovedder, Dra.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Fernando Campanhã Bechara, Dr. (UTFPR)**

---

**Marcia d'Ávila, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2015.

Aos meus pais, Nadir e Celi,  
DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela proteção, por iluminar e guiar o meu caminho!

Aos meus pais, pelo imenso amor, carinho e incentivo, juntamente com meus irmãos, cunhadas e sobrinhas, agradeço pelos exemplos diários de amor e união, por estarem sempre ao meu lado e acreditarem nos meus sonhos! Obrigada por tornarem tudo possível, sem vocês eu nada seria!

Ao meu namorado, Emanuel Arnoni Costa, pelo amor, incentivo, companheirismo, paciência e imensa ajuda em muitos momentos!

Aos amigos, em especial, a Daiane Deckmann Andriollo, que é mais que uma amiga, é uma irmã, obrigada por tudo Daizoca!

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Ana Paula Moreira Rovedder, não tenho palavras para agradecer as oportunidades, confiança, orientação e apoio em todos os momentos. Profissional dedicada e zelosa com seus alunos, para mim, és um grande exemplo de profissional e mulher! Obrigada por tudo!

A todos os integrantes do NEPRADE/UFSM, pela ajuda em campo, onde TODOS participaram sempre dispostos, e pela convivência no laboratório! Obrigada Eliara, Rafaela, Franciele, Roselene, Maureen, Luana, José, Lucas, Idiane, Aline, Betina, Luna, Marcela, Paulo, Marcio!

Ao Sr. Cesar Medeiros, por disponibilizar as áreas para as coletas do banco de sementes.

À banca examinadora, Marcia d'Ávila e Fernando Campanhã Fechara, pelas valiosas contribuições.

Enfim, a todos que contribuíram para a minha formação e a realização desta pesquisa,

Muito obrigada!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **TRANSPOSIÇÃO DO BANCO DE SEMENTES COMO ESTRATÉGIA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PARA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA MARIA, RS**

AUTORA: BRUNA BALESTRIN PIAIA  
ORIENTADORA: ANA PAULA MOREIRA ROVEDDER  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2015.

O objetivo deste trabalho foi testar a transposição do banco de sementes para restauração ecológica da Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Inicialmente, foi realizada análise preliminar do banco de sementes de três fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração, em um deles, realizou-se análise na borda e centro do fragmento, para escolher áreas doadoras para a transposição. Posteriormente, o banco de sementes do centro e borda de fragmento florestal em estágio médio de regeneração (BSI e BSII) foi transposto a duas áreas e depositado em parcelas de 1m<sup>2</sup>. As parcelas foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (BSI, BSII e Testemunha) e seis repetições. Foram levantados dados de composição florística, emergência de plântulas, densidade e mortalidade em cada tratamento e área de deposição durante doze meses. Foi realizado ANOVA com medidas repetidas de doze meses para comparar os tratamentos em relação à emergência, densidade, mortalidade e riqueza de plântulas. O teste de Tukey foi usado para comparar os tratamentos quanto à densidade e riqueza após doze meses de transposição. A similaridade florística entre os tratamentos e áreas de deposição foi avaliada com base na análise de agrupamento. Os resultados indicaram que a composição da regeneração a partir do banco de sementes transposto apresentou diferentes formas de vida, sendo formada basicamente por espécies herbáceas. A densidade foi influenciada pelo período de inverno e condição do local em relação às características hidromórficas do solo. O número de espécies foi crescente no decorrer dos doze meses. O banco de sementes das duas áreas doadoras contribuiu para a ampliação da riqueza de espécies e inclusão da forma de vida arbórea nas duas áreas de deposição.

**Palavras-chave:** Áreas degradadas. Nucleação. Transposição do solo. Sucessão ecológica.

## **ABSTRACT**

Master Dissertation  
Forest Engineering Post Graduation Program  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **TRANSPPOSITION OF SEED BANK AS STRATEGY OF THE ECOLOGICAL RESTORATION FOR SEASONAL DECIDUOUS FLOREST, SANTA MARIA, RS**

**AUTHOR: BRUNA BALESTRIN PIAIA**

**ADVISOR: ANA PAULA MOREIRA ROVEDDER**

**Date and Local of Presentation: Santa Maria, february 27<sup>th</sup>, 2015.**

The aim of this study was to test the transposition of the seed bank for ecological restoration of the Seasonal Deciduous Forest in Santa Maria, Rio Grande do Sul. Initially, we performed a preliminary analysis of the seed bank of three forest fragments in different stages of regeneration. In one of the fragments, the analysis was performed on the edge and center of the fragment to choose the donor sites for transposition. Thereafter, the seed bank of the center and edge of the forest fragment in medium stage regeneration (BSI and BSII) was transposed to two areas and deposited in 1m<sup>2</sup> plots. The plots were arranged in a completely randomized design with three treatments (BSI, BSII and control) and six replications. We collected data floristic composition, seedling emergence, density and mortality in each treatment and deposition area for twelve months. Repeated ANOVA measures were carried out in order to compare treatments for emergency, density, mortality and wealth seedlings. The Tukey test was used to compare treatments for the density and richness after twelve months of transposition. The floristic similarity between treatments and areas of deposition was evaluated based on cluster analysis. Results indicated that the composition of the regeneration from the seed bank transposed presented different lifeforms, basically formed by pioneer herbaceous species. Density was influenced by the winter period and local condition in relation to the characteristics of soil hydromorphy. A growing number of species was observed along the twelve months. The seed bank of both donor sites contributed to the inclusion of tree lifeforms in the two deposition areas as well as the enrichment of the species.

**Keywords:** Degraded areas. Nucleation. Soil transposition. Ecological succession.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização das áreas de coleta (I, II, III) do banco de sementes em Santa Maria, RS. ....	23
Figura 2 – Mapa de localização das áreas de coleta do banco de sementes (I, II e III) e áreas de deposição (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS. ....	26
Figura 3 – Precipitação acumulada mensal (PAM) e temperaturas máxima (TMAX) e mínima (TMIN) mensal para o período de Dezembro de 2013 a Dezembro de 2014 em Santa Maria, RS. ....	29
Figura 4 – Indivíduos em floração e frutificação encontrados nos núcleos de transposição do banco de sementes. (a) <i>Ipomoea purpurea</i> ; (b) <i>Borreria eryngioides</i> (c) <i>Eupatorium macrocephalum</i> (d) <i>Solanum viarum</i> . ....	54
Figura 5 – Dendrograma obtido pela análise de agrupamento para a composição florística do banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS. ....	55
Figura 6 – Médias mensais de densidade de indivíduos, emergência, mortalidade e riqueza de espécies do banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T), em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS. ....	57
Figura 7 – Tendência do aparecimento de novas espécies no banco de sementes transposto (BSI, BSII) e parcelas testemunhas (T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS. ....	59
Figura 8 – Percentual de cobertura de gramíneas (Poaceae) no banco de sementes transposto (BSI e BSII) e parcelas testemunha (T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS. ....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas do solo nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, para duas áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS. ....	28
Tabela 2 – Características físicas do solo nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, para duas áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS. ....	28
Tabela 3 – Médias de cobertura dos intervalos das classes de cobertura de Braun-Blanquet para determinação da cobertura de gramíneas nos tratamentos (BSI, BSII, T) e áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS.....	31
Tabela 4 – Número de sementes germinadas por espécie e suas características de procedência, forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III) em Santa Maria, RS.....	34
Tabela 5 – Densidade de indivíduos/m <sup>2</sup> e forma de vida encontrados no banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS. ....	37
Tabela 6 – Densidade de indivíduos/m <sup>2</sup> germinados no banco de semente dos locais avaliados, em relação a procedência e síndromes de polinização e dispersão, em Santa Maria, RS.....	39
Tabela 7 – Densidade, riqueza e diversidade das amostras do banco de sementes do solo dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS.....	40
Tabela 8 – Similaridade pelo índice de Jaccard entre a composição de espécies do banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS.....	41
Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e suas características de forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes transposto e área testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS. ....	43
Tabela 10 – Riqueza florística, densidade, índices de diversidade e equabilidade encontrados no banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.....	49
Tabela 11 – Densidade de indivíduos por forma de vida para cada tratamento (BSI, BSII, T) e área de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS. ....	50
Tabela 12 – Densidade de indivíduos em relação às síndromes de polinização e dispersão para cada tratamentos (BSI, BSII, T) e áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.....	52
Tabela 13 – Análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas ao longo do tempo para densidade de indivíduos, emergência, mortalidade e riqueza de espécies do banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS. ....	58

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Objetivo geral .....	13
1.2 Objetivos específicos .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
2.1 O banco de sementes do solo .....	15
2.2 Restauração ecológica por meio da nucleação .....	16
2.3 Transposição do banco de sementes do solo .....	18
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
3.1 Localização e caracterização da área de estudo .....	21
3.2 Análise preliminar do banco de sementes de diferentes fases sucessionais .....	22
3.2.1 Caracterização das áreas de coleta do banco de sementes .....	22
3.2.2 Coleta do banco de sementes .....	23
3.2.3 Levantamento de dados .....	24
3.2.4 Análise estatística dos dados .....	24
3.3 Transposição do banco de sementes .....	25
3.3.1 Coleta do banco de sementes .....	25
3.3.2 Caracterização das áreas de deposição do banco de sementes .....	27
3.3.3 Distribuição do banco de sementes .....	29
3.3.4 Levantamento de dados .....	30
3.3.5 Análise estatística dos dados .....	31
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
4.1 Análise preliminar do banco de sementes .....	33
4.2 Transposição do banco de sementes .....	41
4.2.1 Composição florística nos núcleos de banco de sementes transposto .....	41
4.2.2 Comportamento do banco de sementes transposto ao longo de doze meses .....	55
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>61</b>
<b>6 RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>63</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O Bioma Mata Atlântica, considerado um *hotspot* para conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000), encontra-se em extrema degradação com apenas 11,7% da vegetação natural mantida (RIBEIRO et al., 2009). No Estado do Rio Grande do Sul, a área do bioma é 1.090.999 km<sup>2</sup>, o equivalente a 7,9% da cobertura original (SOS MATA ATLANTICA/INPE, 2013).

A elevada redução da cobertura florestal do Estado é resultado de seus processos históricos de ocupação humana por imigrantes, posteriormente, ao aumento da área agrícola e sua mecanização, assim como o crescimento populacional e consequente urbanização (MONTEIRO; BLAUTH, 2006).

Em relação à Floresta Estacional Decidual, restam 18,0% da área original, isso equivale a menos de um quarto de sua cobertura natural, situação de degradação semelhante é observada para as outras formações no Estado (CORDEIRO; HASENACK, 2009).

A Lei Federal 12.651, de 2012 (BRASIL, 2012), reconhece a necessidade de recomposição da vegetação de áreas de preservação permanente e reserva legal que se encontrem suprimidas. Essa necessidade ganha força quando se considera a perda de biodiversidade, devido ao elevado grau de fragmentação das florestas, ainda quando se consideram outros serviços ambientais como regulação do clima, purificação da água, regulação de riscos ambientais, como deslizamentos e soterramentos, entre outros.

Dessa forma, a ecologia da restauração, como ciência, busca soluções para a recomposição da vegetação, pois está relacionada à prática de auxiliar no restabelecimento de um ambiente degradado, danificado ou destruído (SER, 2004). O termo restauração pode ser entendido como o retorno das funções ambientais e estrutura do ecossistema a um nível ecológico mais próximo do original (BRASIL, 2000).

Assim, a restauração ecológica deve permitir a reconstrução dos processos ecológicos e das complexas interações da comunidade biológica (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009), para isso, torna-se necessário conhecer o ecossistema, identificando problemas e alternativas de restauração adequadas a cada situação ambiental com bases teóricas consolidadas (ROVEDDER et al., 2014).

As técnicas de nucleação para a restauração ecológica partem do princípio da sucessão natural e funcionam como propulsoras da regeneração natural (REIS et al., 2014), a medida

em que as espécies que ocupam, inicialmente, a área propiciam mudanças nas condições microclimáticas e favorecem a ocupação de novas espécies (YARRANTON; MORRISON, 1974).

A transposição do banco de sementes é uma estratégia nucleadora de restauração ecológica em que porções da camada superficial do solo são retiradas de um ambiente não degradado e transposto a ambiente degradado de mesma tipologia vegetacional (REIS et al., 2003; 2014).

Neste sentido, a germinação das sementes contidas no solo transposto pode ser capaz de colonizar o ambiente degradado, formam núcleos de facilitação que aumentam a probabilidade de ocupação por outras espécies e, assim, promovem a continuidade do processo de sucessão (VIEIRA, 2004; BECHARA, 2006; TRES; REIS, 2009a).

A utilização do banco de sementes como estratégia de restauração ecológica em ecossistemas brasileiros é citada por diversos autores (VIEIRA, 2004; NAVE, 2005; BECHARA, 2006; JAKOVAC, 2007; MIRANDA NETO et al., 2010), que observaram o enriquecimento de espécies e formas de vida, com baixo custo financeiro e fácil aplicação a campo.

Embora os estudos demonstrem a aplicabilidade da utilização do banco de sementes como estratégia de restauração de ambientes degradados, ainda são escassos os estudos no Estado do Rio Grande do Sul, em especial na Floresta Estacional Decidual, assim, esta pesquisa visa a contribuir para o aperfeiçoamento da técnica na região.

## **1.1 Objetivo geral**

Testar a transposição do banco de sementes para restauração ecológica da Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul.

## **1.2 Objetivos específicos**

a) analisar previamente a composição do banco de sementes de diferentes locais para posterior transposição do solo;

- b) caracterizar a composição florística do banco de sementes transposto;
- c) verificar e comparar a densidade, a riqueza de espécies e a similaridade florística do banco de sementes transposto, após doze meses de transposição;
- d) avaliar o comportamento do banco de sementes transposto no período de doze meses.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O banco de sementes do solo

O banco de sementes é formado pelo conjunto de sementes viáveis no solo ou associadas à serrapilheira (LECK, 1989; ALMEIDA-CORTES, 2004). Compõe um sistema dinâmico, com entradas pela chuva de sementes por meio da dispersão e saídas pela germinação e formação do banco de plântulas ou por outros processos abióticos ou bióticos, como predação e ataque de patógenos (ALMEIDA-CORTES, 2004). Ocorrem alterações na diversidade e abundância de espécies do banco de sementes conforme a composição florística e a sazonalidade de frutificação das comunidades (MARTINEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993).

Em florestas tropicais, o banco de sementes está envolvido em, pelo menos, quatro níveis do processo de regeneração, que são: 1) a colonização e o estabelecimento de populações; 2) a manutenção da diversidade de espécies; 3) o estabelecimento de grupos ecológicos e 4) a restauração da riqueza de espécies durante a regeneração da floresta, após distúrbios naturais ou antrópicos (UHL et al., 1988; GARWOOD, 1989).

Além disso, o banco de sementes do solo, juntamente com a chuva de sementes e o banco de plântulas, reflete a composição da regeneração da floresta após algum distúrbio (BAIDER et al., 1999). O banco de sementes é um dos fatores mais importantes na recolonização natural de áreas perturbadas, dando início ao processo sucessional (VIEIRA, 2004), forma um depósito de elevada densidade, com uma variedade de espécies pioneiras e secundárias iniciais em estado de dormência (GARWOOD, 1989).

As espécies pioneiras intolerantes à sombra formam o banco de sementes persistente, esse grupo de espécies é capaz de colonizar as grandes clareiras em florestas tropicais. A habilidade das espécies em permanecer dormentes é uma importante estratégia para a dinâmica das populações, quando há abertura de clareiras o banco de sementes é ativado, assim, inicia-se a nova colonização (ARAÚJO et al., 2001).

O estoque de sementes no solo é variável, apresenta variações espaciais, ou seja, pode variar entre locais dentro da mesma área, além de modificar-se ao longo do tempo e também em relação à profundidade do solo, sendo influenciado pelas características da formação

florestal e grau de perturbação, características fenológicas das espécies, entre outros. A densidade de sementes no solo apresenta uma tendência de ser maior em fases iniciais da sucessão, assim como em ambientes com elevado grau de perturbação, pois está relacionada à presença de espécies herbáceas pioneiras que formam o banco de sementes persistente (BAIDER et al., 1999).

Em relação à distribuição das sementes em profundidade no solo, estudos demonstraram que ocorre uma diminuição na quantidade de sementes conforme o aumento da profundidade, sendo que a maior parte das sementes encontra-se nos 5 cm superficiais (BAIDER et al., 1999; MARTINS, 2007).

O banco de sementes de florestas tropicais é composto por espécies pioneiras herbáceas e arbustivo-arbóreas de ciclo de vida curto (BAIDER et al., 1999; SOUZA et al., 2006). Espécies herbáceas pioneiras são registradas em grande número nos estudos de banco de sementes, apesar de não serem comumente encontradas em florestas (BAIDER et al., 1999). Essas espécies geralmente apresentam dormência facultativa, sementes pequenas e com mecanismos eficientes de dispersão (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

Portanto, a riqueza e a abundância de espécies no banco de sementes contribuem com importantes informações sobre o potencial de regeneração das comunidades (GARWOOD, 1989), além disso, os propágulos do banco de sementes do solo associados fauna edáfica podem ser uma boa fonte para a recolonização de áreas após degradação (TEKLE; BEKELE, 2000; HALL et al., 2010).

## **2.2 Restauração ecológica por meio da nucleação**

A recuperação de ecossistemas degradados data de longo tempo, encontram-se exemplos de sua história em diferentes povos, épocas e regiões, porém apenas recentemente leva em consideração conhecimentos sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009).

A partir da década de 80, houve o desenvolvimento da ecologia da restauração como ciência, em que os programas de recuperação deixaram de ser uma aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais e passaram a ter objetivos de restaurar ambientes degradados, buscando as condições originais e o retorno das complexas interações da comunidade

biológica (ENGEL; PARROTA, 2008; RODRIGUES; GANDOLFI, 2009; RODRIGUES et al., 2009).

O conhecimento acumulado e a experiência adquirida levou a mudança nos princípios teóricos da restauração, admitiu-se a ideia do novo paradigma da ecologia, no qual as mudanças sucessionais da vegetação podem ocorrer seguindo múltiplas trajetórias, ou seja, não há um clímax estável e único (PICKETT et al., 1992). Portanto, o objetivo da restauração ecológica tem sido recompor a integridade biológica dos ecossistemas e sua resiliência, para que possam ser autossustentáveis ao longo do tempo (SER, 2004).

Para obter-se sucesso na restauração uma série de fatores deve ser observada, entre elas, o histórico da área e a matriz de paisagem circundante, a identificação de barreiras que impeçam ou dificultem a regeneração natural, além de ter-se os objetivos claros dentro dos recursos disponíveis (ENGEL; PARROTA, 2008; HOLL; AIDE, 2011).

Estratégias nucleadoras têm se mostrado promissoras para promover a restauração ecológica, em que pequenos pontos de vegetação na área degradada agem de forma a facilitar os processos de sucessão naturais, envolvendo produtores, consumidores e decompositores (REIS et al., 2007).

Algumas espécies, denominadas facilitadoras, podem possibilitar uma significativa melhoria nas qualidades ambientais, assim, permitem o aumento da probabilidade de ocupação da área por outras espécies, normalmente mais exigentes (YARRANTON; MORRISON, 1974). Em fase inicial de colonização, as espécies facilitadoras tendem a proporcionar alterações das condições ambientais de uma comunidade, de maneira que as espécies subsequentes tenham maior facilidade de estabelecimento (RICKLEFS, 2010).

Yarranton e Morrison (1974) descreveram a dinâmica espacial da sucessão primária em dunas canadenses e observaram que algumas espécies formaram micro-habitat, o que melhorou as condições ambientais e atraiu outros organismos formando, assim, núcleos de diversidade. A teoria da nucleação proposta por esses autores inspirou o desenvolvimento das técnicas de restauração por meio da nucleação, sendo que a maior parte dos estudos está sendo desenvolvida no Brasil e Costa Rica (BOANARES; AZEVEDO, 2014).

A aplicação de estratégias nucleadoras representa uma alternativa eficiente, além de econômica, para acelerar a restauração de áreas degradadas, pois facilita e promove o desenvolvimento da vegetação em torno do núcleo ao longo do tempo (SCHLAWIN; ZAHAWI, 2008; ZAHAWI et al., 2013). Os micro-habitats formados por meio das técnicas de nucleação introduzidas resgatam a funcionalidade do ecossistema ao favorecer o desenvolvimento da regeneração natural, pela chegada de espécies vegetais de todas as formas

de vida e a interação entre organismos (HOLL et al., 2011; CORBIN; HOLL, 2012; REIS et al., 2014).

As técnicas nucleadoras proporcionam o incremento das interações interespecíficas, envolvem diversos tipos de interações ecológicas, tais como os processos reprodutivos das plantas, de polinização e dispersão de sementes, são fundamentadas nos processos de sucessão natural, assim, podem ser uma das melhores formas para promover a restauração ambiental (REIS; KAGEYAMA, 2008).

Entre as técnicas de nucleação, estão os abrigos artificiais, a transposição de solo, a transposição de chuva de sementes, os poleiros artificiais, o plantio de árvores nativas em grupos de Anderson (1953) e outras. Essas técnicas vêm sendo desenvolvidas recentemente, sendo que diversos autores relatam resultados satisfatórios (ZANINE; GANADE, 2005; BECHARA et al., 2007; ZAHAWI et al., 2013), porém ainda há necessidade de maior número de estudos (CORBIN; HOLL, 2012; BOANARES; AZEVEDO, 2014).

### **2.3 Transposição do banco de sementes do solo**

A técnica de transposição do banco de sementes consiste na retirada da camada superficial do solo de uma área doadora conservada e deposição em área degradada de mesma tipologia vegetacional (REIS et al., 2003; TRES; REIS, 2009ab; REIS et al., 2010; REIS et al., 2014). A deposição do banco de sementes pode ser feita em núcleos, ou seja, em pontos espaçados no terreno ou em área total (NAVE, 2005; JAKOVAC, 2007). Quando feita em determinados pontos na área degradada, pode formar núcleos de diversidade que favorecem a mudança da condição da área, seguindo a teoria da nucleação proposta por Yarranton e Morrison (1974).

O grupo de espécies regenerante nos núcleos de solo transposto de fragmentos preservados estabelecerá um novo ritmo sucessional na área degradada, pois tende a resgatar atributos e funções do solo original conservado e as interações entre organismos (REIS et al., 2007). Esse núcleo de diversidade expande-se, podendo conectar-se com as unidades naturais da paisagem (REIS et al., 2014).

A introdução de espécies de comunidades vizinhas pela transposição do banco de sementes permite o estabelecimento de diversas formas de vida, o que pode aumentar a velocidade da restauração ecológica (BAIDER et al., 2001; REIS et al., 2007).

Portanto, o grupo de espécies regenerantes, na maioria pioneiras, atua como cicatrizador do ambiente à medida que promove mudanças no solo e microclima, criando condições para a chegada e o desenvolvimento de outras espécies (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009). A técnica é eficaz para a introdução de plantas colonizadoras, ervas e arbustos, bem como anemocóricas e anemofílicas (BELLOTTO et al., 2010).

A fase inicial herbáceo-arbustiva que predomina no banco de sementes é essencial para o início do processo sucessional e chegada da comunidade a fases maduras, ressalta-se que cada fase tem importância para a construção da comunidade, por isso, acelerar estágios remete a perda de funções durante o processo sucessional (TRES; REIS, 2009).

Jakovac (2007) destaca que a transposição do banco de sementes não deve ter como meta a introdução de número representativo de espécies arbóreas, pois é composta basicamente por espécies pioneiras e ruderais, e que o aumento do número de espécies arbóreas dependerá da intensidade e diversidade da chuva de sementes ou de alternativas de enriquecimento.

Além disso, por meio da transposição do solo reintroduz-se diversidade biológica e variabilidade genética à área, a partir da reintrodução de populações de diversas espécies da micro, meso e macro fauna/flora do solo (microrganismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas, algas, entre outros), importantes na ciclagem de nutrientes, na reestruturação e na fertilização do solo (REIS et al., 2003).

A transposição do solo de fragmentos vizinhos em diferentes níveis sucessionais pode ser favorável, pois aumenta a diversidade e a variabilidade genética da área degradada e pode elevar as chances de recrutamento de espécies adaptadas a condições adversas. Contudo, deve-se ter o cuidado na escolha das áreas doadoras para que não haja introdução de espécies exóticas e invasoras que possam comprometer o sucesso da restauração. O levantamento de informações sobre a composição florística do banco de sementes por meio de análise preliminar pode auxiliar no planejamento da técnica (TEKLE; BEKELE, 2000; MIRANDA NETO et al., 2010).

Em relação à profundidade de coleta em áreas doadoras, Reis et al. (2014) sugerem 5-10 cm, já Rodrigues e Gandolfi (2009) sugeriram a retirada de uma camada mais profunda (20 cm), porém a literatura cita que cerca de 60% das sementes do banco encontra-se nos primeiros 2,5 cm de solo (BAIDER et al., 2001).

Bechara (2006), estudando diferentes técnicas de nucleação em três unidades demonstrativas de restauração ecológica, observou que a transposição de solo é uma técnica

simples e de baixo custo. O autor sugere 100 núcleos de 1 m<sup>2</sup> para o hectare, recobrando, assim, 1% da área.

A transposição de solo foi relatada por diversos autores como metodologia eficiente para reabilitação de áreas mineradas, sendo que, nesses casos, o solo depositado em toda a área degradada serve de fonte de propágulos para otimizar o recobrimento das áreas, pode introduzir alta abundância e riqueza de espécies (ROKICH et al., 2000; ZHANG et al., 2001; HALL et al., 2010), contudo alguns autores relatam a necessidade de enriquecimento das áreas (HALL et al., 2010).

O solo de áreas que serão usadas em novos empreendimentos como mineração, construção de estradas e reservatórios artificiais para geração de energia elétrica, entre outros, também pode ser usado como uma forma de mitigação dos impactos gerados pelo resgate do material genético e da variedade de espécies da fauna e flora contidas no banco de sementes, além de recompor o solo da área degradada pelo aporte de matéria orgânica e demais propágulos (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009; HALL et al., 2010; MARTINS et al., 2012).

A Instrução Normativa Nº 5, de oito de setembro de 2009, do Ministério do Meio Ambiente, regulamenta o aproveitamento do banco de sementes exclusivamente das áreas de vegetação nativa autorizada para supressão em empreendimentos de utilidade pública ou interesse social, como reservatórios artificiais de hidrelétricas, estradas e mineração, e deverá ser utilizado para recuperação de áreas degradadas da mesma fitofisionomia vegetal e dentro da mesma bacia hidrográfica. Quando não há supressão da vegetação nativa regulamentada para os fins citados, a coleta do banco de sementes deve ser pequena e em pontos espaçados de florestas maduras, dessa forma, o banco de sementes é rapidamente cicatrizado, não ocorrendo degradação da área doadora (REIS et al., 2014).

A transposição do banco de sementes do solo também pode ser utilizada para enriquecimento da comunidade em áreas em processo de restauração, porém que apresentam baixa regeneração natural e diversidade de espécies (MÔNICO, 2012).

Portanto, a transposição do banco de sementes pode acelerar o processo de sucessão natural, pela incorporação de material vegetal e animal, introdução de grupos ecológicos e diferentes formas de vida, proporcionando a cobertura do solo, além de apresentar baixo custo financeiro, porém, ainda é necessário maior número de estudos como destacam Corbin e Holl (2012).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi dividido em dois momentos, no primeiro, realizou-se a análise preliminar do banco de sementes de fragmentos em diferentes fases sucessionais com a finalidade de orientar a escolha dos locais de coleta para posterior transposição. No segundo momento, avaliou-se o banco de sementes transposto de duas áreas, escolhidas a partir da análise preliminar, para duas áreas de deposição.

#### **3.1 Localização e caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado no município de Santa Maria, região central do Estado do Rio Grande do Sul. A altitude média do município é de 103 m e o clima, segundo a classificação de Köppen, é definido como Cfa, caracteriza-se como subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida. A temperatura média do mês mais frio é 13,3°C, e a do mês mais quente é 24,5°C, a precipitação pluviométrica média mensal oscila entre 134 mm e 192 mm (ALVARES et al., 2013).

Os solos do município de Santa Maria, RS são derivados de rochas sedimentares, predominando Argissolos nas elevações do terreno e Planossolos e Gleissolos nas cotas de menor altitude e o relevo é definido como suave-ondulado (STRECK et al., 2008).

A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2012), com predominância de espécies das famílias Myrtaceae, Lauraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, entre outras.

### 3.2 Análise preliminar do banco de sementes de diferentes fases sucessionais

#### 3.2.1 Caracterização das áreas de coleta do banco de sementes

Os fragmentos florestais escolhidos para este estudo encontram-se em uma matriz de produção agrícola, possuem, no entorno, pastagens e culturas anuais como a soja, apresentam diferentes históricos de perturbação e regeneração. Além disso, em um dos remanescentes, optou-se pela análise do banco de sementes da borda e centro do fragmento. Portanto, o banco de sementes dos seguintes locais foi analisado:

- I: remanescente de floresta secundária em estágio médio de regeneração natural, possui área de 25 ha e formato retangular, há evidências de que houve acesso de gado. A altura média do dossel é de 8,5 m e as espécies mais abundantes observadas em levantamento exploratório foram *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg., *Eugenia ramboi* D.Legrand e *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman. Neste remanescente, retiraram-se amostras do centro do fragmento (distância  $\geq$  a 50 m da bordadura da floresta);

- II: remanescente de floresta secundária em estágio médio de regeneração natural, possui área de 30 ha e formato circular, há evidências de que houve acesso do gado. A altura média do dossel é de 12 m, as espécies mais abundantes observadas em levantamento exploratório também foram *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg., *Eugenia ramboi* D. Legrand e *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman. Foram retiradas amostras do centro do fragmento (distância  $\geq$  a 50 m da bordadura da floresta);

- II-B: o mesmo remanescente anterior, porém retiraram-se amostras da borda do fragmento (distância  $\leq$  a 10 m da bordadura da floresta);

- III: área em sucessão inicial de regeneração com área de 2 ha, altura média do dossel de 4 m, as espécies mais abundantes observadas em levantamento exploratório foram *Casearia sylvestris* Sw., *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. e *Aiouea saligna* Meisn.. Nesta área, foram retiradas amostras percorrendo toda a extensão da área (Figura 1).

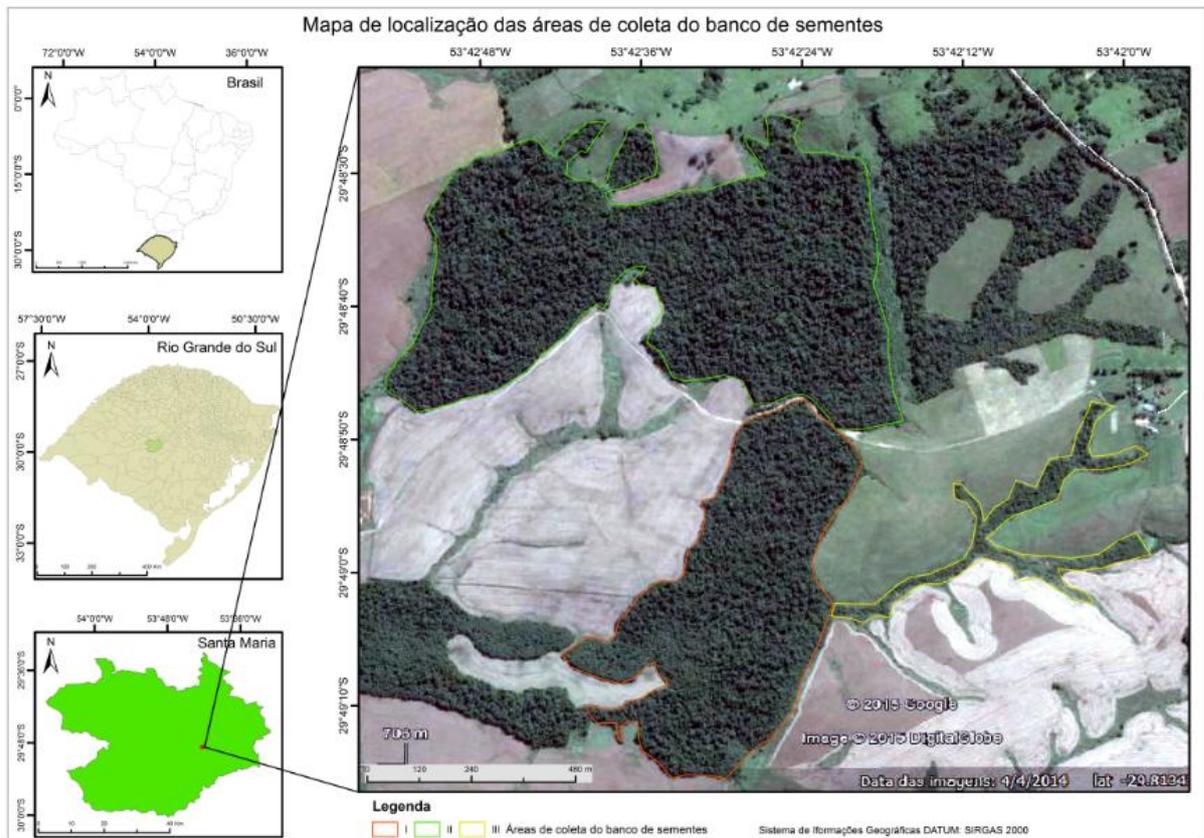


Figura 1 – Mapa de localização das áreas de coleta (I, II, III) do banco de sementes em Santa Maria, RS.

### 3.2.2 Coleta do banco de sementes

A coleta das amostras de solo foi realizada em única vez, no mês de setembro de 2013, foram retiradas com o auxílio de um gabarito de 0,25 m x 0,25 m e até profundidade de 5 cm. A amostragem foi realizada de forma sistematizada, com distância mínima de 20 m entre cada ponto de coleta.

Em cada local, foram coletadas oito amostras, que compuseram as repetições. O solo foi coletado com pá, armazenado em sacos plásticos e transportado até área experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

As amostras foram colocadas em bandejas plásticas de dimensões 0,50 m x 0,30 m x 0,05 m e perfuradas no fundo, que receberam previamente uma camada de vermiculita para manter a umidade. Posteriormente, as bandejas foram dispostas em canteiros a pleno sol para

simular a mesma condição de luminosidade que teriam após a transposição e receberam regas diárias.

### 3.2.3 Levantamento de dados

As plântulas que emergiram das amostras de solo durante os meses de setembro/2013 a janeiro/2014 foram contadas, identificadas e removidas das bandejas no momento da avaliação. A identificação taxonômica das espécies foi realizada com a ajuda de literatura e especialistas. Adotou-se o sistema de classificação APG III (2009), os nomes das espécies foram confirmados por meio do site do *Missouri Botanical Garden* (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>).

Para cada um dos quatro locais analisados (I, II, II-B e III), foi calculado o índice de diversidade de Shannon, a equabilidade pelo índice de Pielou e a similaridade florística pelo índice de Jaccard (MAGURRAN, 2013). A densidade de plântulas germinadas foi extrapolada para um metro quadrado.

As espécies foram classificadas quanto à procedência, à forma de vida e às síndromes de polinização e dispersão. As gramíneas foram separadas em um grupo independente devido à representatividade no banco de sementes.

### 3.2.4 Análise estatística dos dados

Todas as análises estatísticas foram processadas com o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). Os locais analisados (I, II, II-B e III) foram comparados quanto ao número de sementes germinadas, riqueza de espécies e densidade por forma de vida, procedência e síndromes de polinização e dispersão pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) (TRIOLA, 1999). Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, a média dos postos foi comparada pelo teste t ( $p < 0,05$ ), de acordo com o pacote *agricolae* (MENDIBURU, 2015) do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

Os valores calculados do índice de diversidade de Shannon para cada local analisado (I, II, II-B e III) foram comparados pelo teste-t de Hutcheson, ao nível de 5% de probabilidade

( $p < 0,05$ ), que testa a diferença entre o índice de diversidade para duas amostras, assim, as comparações foram feitas aos pares (HUTCHESON, 1970).

### 3.3 Transposição do banco de sementes

#### 3.3.1 Coleta do banco de sementes

A partir da análise preliminar do banco de sementes dos quatro locais, selecionaram-se dois que poderiam apresentar melhor potencial para restauração ecológica por meio da transposição do banco de sementes. Os critérios utilizados para a seleção foram a composição florística e a diversidade, além de evitar-se o banco de sementes que apresentou espécies exóticas e que poderiam tornar-se invasoras na área de deposição.

Dessa forma, para transposição do banco de sementes, o solo foi coletado nas seguintes áreas:

- I: remanescente de floresta secundária em estágio médio de regeneração natural, possui área de 25 ha e formato retangular, há evidências de que houve acesso de gado. A altura média do dossel é de 8,5 m e as espécies mais abundantes observadas em levantamento exploratório foram *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg., *Eugenia ramboi* D.Legrand e *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman. Neste remanescente, retiraram-se amostras do centro do fragmento (distância  $\geq$  a 50 m da bordadura da floresta);
- II-B: remanescente de floresta secundária em estágio médio de regeneração natural, possui área de 30 ha e formato circular, há evidências de que houve acesso do gado. A altura média do dossel é de 12 m, as espécies mais abundantes observadas em levantamento exploratório também foram *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg., *Eugenia ramboi* D.Legrand e *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman. Foram retiradas amostras do centro do fragmento (distância  $\geq$  a 50 m da bordadura da floresta);

O solo foi retirado com auxílio de um gabarito de 1 m x 1 m e até profundidade de 5 cm, em 12 pontos em cada área, no início do mês de dezembro de 2013, correspondente ao

final da primavera, período de maior deposição de sementes na Floresta Estacional Decidual (FED) (LONGHI et al., 2005).

A coleta foi realizada de forma sistematizada, com, pelo menos, 20 m de distância entre pontos. As amostras do solo e da serrapilheira foram armazenadas separadamente em sacos plásticos e levadas à área experimental do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (Figura 2). As áreas de coleta e deposição do banco de sementes são distantes aproximadamente 10 km.

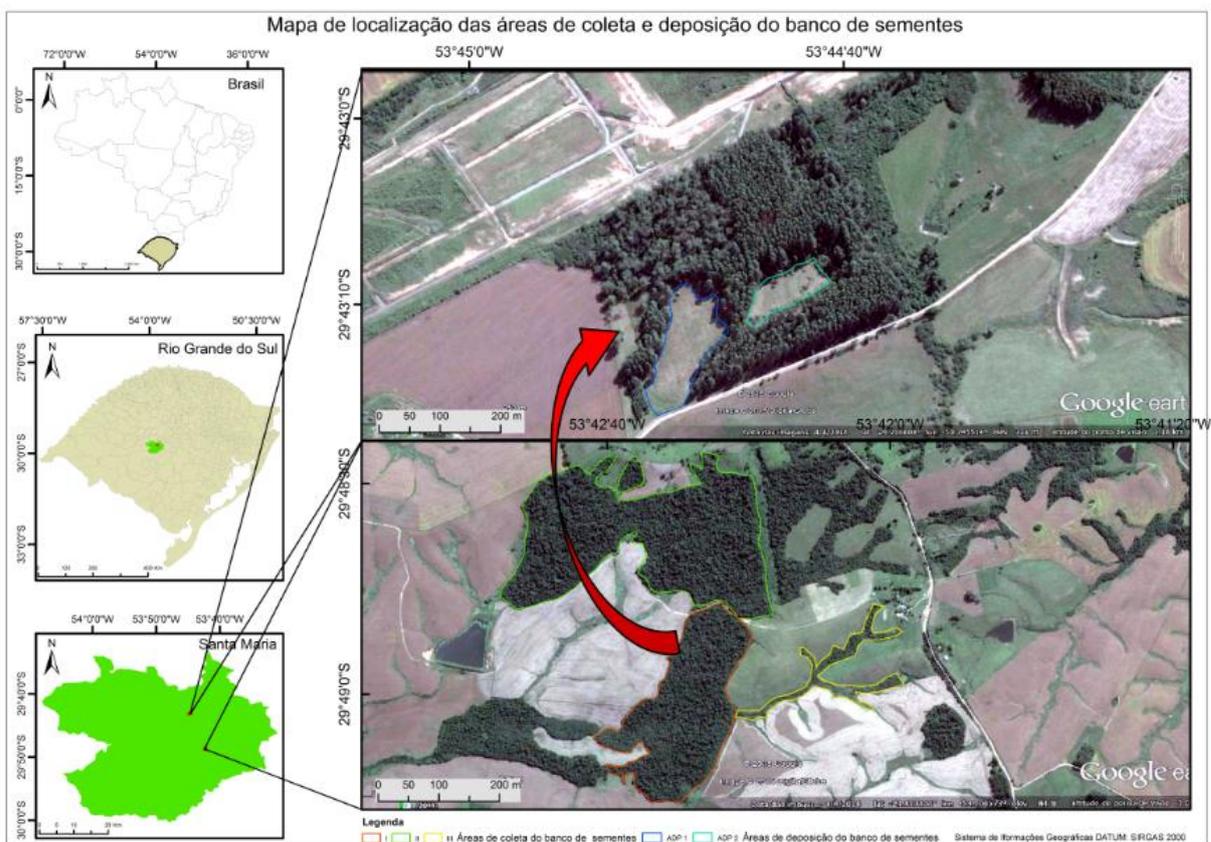


Figura 2 – Mapa de localização das áreas de coleta do banco de sementes (I, II e III) e áreas de deposição (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS.

### 3.3.2 Caracterização das áreas de deposição do banco de sementes

Na área experimental, o banco de sementes foi distribuído em duas áreas distintas:

- área de deposição 1 (ADP1): com 0,50 ha, relevo plano, apresenta predomínio de espécies da família Poaceae, tais como *Paspalum* sp. e a exótica *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni), com a presença de espécies das famílias Apiaceae (*Eryngium* sp.) e Cyperaceae. Esta área apresenta a formação de uma lâmina de água após eventos de precipitação decorrente da classe de solo. Foi classificada como Argissolo Bruno-Acinzentado, com presença de mosqueados já no horizonte A (0 a 25 cm), permanecendo no horizonte B (25-58 cm) (Apêndice).

- área de deposição 2 (ADP2): com 0,25 ha, relevo plano, com predomínio de espécies da família Poaceae, tais como *Paspalum* sp. e a exótica *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni). O solo foi classificado como Argissolo, não apresentou características morfológicas de hidromorfia.

As áreas (ADP1 e ADP2) são adjacentes, separadas por árvores de Eucalipto plantadas em linha, formando um quebra-vento (Figura 2). O entorno das áreas é caracterizado pela presença de culturas anuais como a soja e pastagens, além de plantios de Eucalipto.

A fim de caracterizar os atributos químicos (Tabela 1) e físicos do solo (Tabela 2), foram analisadas amostras das duas áreas de deposição do banco de sementes.

Tabela 1 – Características químicas do solo nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, para duas áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS.

Área	Profundidade (cm)	pH água	P	K	Al	Ca	Mg	CTC eft	CTC pH7	V	m	MOS
			--mg/L--			-----cmolc/L-----			-----%-----			
ADP1	0 - 10	5,0(mb) <sup>1</sup>	4,5(b)	44,0(m)	2,8	5,6(a)	1,8(a)	10,3	21,2(a)	35,1(mb)	27,2(a)	2,5(b)
	10 - 20	5,0(mb)	2,2(mb)	40,0(b)	3,5	4,5(a)	1,5(a)	9,6	19,8(a)	30,8(mb)	36,5(a)	2,1(b)
ADP2	0 - 10	5,0(mb)	3,7(mb)	68,0(a)	1,0	4,2(a)	1,8(a)	7,1	19,8(a)	31,0(mb)	14,1(m)	2,6(m)
	10 - 20	4,9(mb)	2,2(mb)	40,0(b)	2,8	3,3(m)	1,7(a)	7,9	20,5(a)	24,8(mb)	35,4(a)	2,0(b)

Em que: pH água = potencial de hidrogênio em água; P = fósforo; K = potássio; Al = alumínio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; CTC eft = Capacidade de Troca Catiônica efetiva; CTC pH7 = capacidade de troca catiônica potencial; V% = saturação por base; m% = saturação por alumínio; % MOS = percentual de matéria orgânica.

<sup>1</sup> letras entre parênteses representam as faixas de interpretação de acordo com CQFS- NRS/SBCS (2004), em que mb: muito baixo, b: baixo; m: médio; a: alto.

Tabela 2 – Características físicas do solo nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, para duas áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS.

Área	Profundidade (cm)	Ag (%)	Af (%)	Sil (%)	Arg (%)	Classe textural	K (mm.h <sup>-1</sup> )	Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )		Porosidade (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )		
								Partícula	Solo	Macro	Micro	Total
ADP1	0-10	2,84	17,56	56,96	22,63	Franco siltoso	146,91	2,57	1,29	0,069	0,429	0,498
	10-20	2,78	19,53	55,40	22,29	Franco siltoso	0,00	2,55	1,36	0,062	0,404	0,466
ADP2	0-10	2,98	28,38	49,47	19,17	Franco	7,81	2,57	1,27	0,122	0,385	0,506
	10-20	4,37	27,45	47,78	20,40	Franco	0,00	2,55	1,46	0,074	0,353	0,427

Em que: Ag = areia grossa (2-0,2mm), Af = areia fina (0,2-0,05mm); Sil = silte (0,05-0,002mm); Arg = argila (<0,002mm); K = condutividade hidráulica do solo.

A precipitação acumulada mensal e as temperaturas máxima e mínima mensal para o período de condução do estudo foram obtidas pelo banco de dados meteorológicos de ensino e pesquisa do INMET (Figura 3).

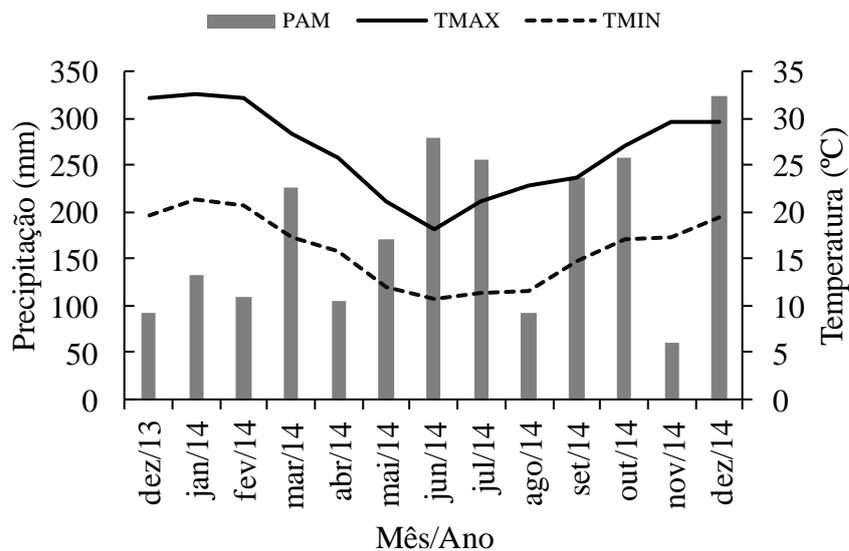


Figura 3 – Precipitação acumulada mensal (PAM) e temperaturas máxima (TMAX) e mínima (TMIN) mensal para o período de Dezembro de 2013 a Dezembro de 2014 em Santa Maria, RS.

### 3.3.3 Distribuição do banco de sementes

Nas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), o banco de sementes foi distribuído aleatoriamente em parcelas de 1 m<sup>2</sup>, com distância mínima de 5 m entre cada uma, a fim de formar núcleos. A vegetação e o solo superficial das parcelas de 1 m<sup>2</sup> foram previamente removidos, sendo que o solo ficou exposto. Em seguida, depositou-se o solo e, posteriormente, a serrapilheira, para uma tentativa de manter as interações dos microorganismos simbiotes presentes no solo e na serrapilheira, e para evitar a dessecação das sementes pela exposição direta ao sol.

Assim, o experimento foi esquematizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e seis repetições em cada área de deposição (ADP1 e ADP2):

- Tratamento 1 (BSI): banco de sementes retirado do centro de remanescente de floresta secundária em estágio médio de regeneração natural, possui área de 25 ha com formato retangular, há evidências de que houve acesso de gado (I);
- Tratamento 2 (BSII): banco de sementes retirado da borda de remanescente de floresta secundária em estágio médio de regeneração natural, possui área de 30 ha e formato circular, há evidências de que houve acesso do gado (II-B);
- Tratamento 3 (T): testemunha, somente removeu-se a vegetação e o solo superficial das parcelas.

Dessa forma, em cada área de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2), foram avaliadas 18 parcelas de 1 m<sup>2</sup> (três tratamentos com seis repetições cada).

### 3.3.4 Levantamento de dados

O levantamento de dados foi realizado ao longo de doze meses no período de janeiro a dezembro de 2014. Em cada mês, avaliou-se as plântulas nas parcelas de 1 m<sup>2</sup> quanto a sua emergência, densidade, riqueza e mortalidade.

Os indivíduos que emergiram foram identificados com uma placa metálica numerada em série, contados e identificados taxonomicamente com a ajuda de literatura e especialistas. Adotou-se o sistema de classificação APG III (2009), os nomes das espécies foram confirmados por meio do site do *Missouri Botanical Garden* (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>).

As espécies encontradas foram classificadas quanto à forma de vida e às síndromes de polinização e dispersão. Foram calculados o índice de diversidade de Shannon e a equabilidade de Pielou após doze meses de avaliações (MAGURRAN, 2013).

Pela dificuldade de identificação de indivíduos da família Poaceae, estes foram avaliados em um grupo independente pela classe de cobertura de Braun-Blanquet (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). A cobertura média mensal de gramíneas foi obtida pela média do intervalo da classe em cada tratamento (Tabela 3) (BRANCALION et al., 2012).

Tabela 3 – Médias de cobertura dos intervalos das classes de cobertura de Braun-Blanquet para determinação da cobertura de gramíneas nos tratamentos (BSI, BSII, T) e áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2) em Santa Maria, RS.

Classe	% de cobertura	Média de cobertura
5	75-100	87,5
4	50-75	62,5
3	25-50	37,5
2	5-25	15,0
1	1-5	3,0
+	<1	0,1
R	<<1	-

Fonte: Adaptado (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

### 3.3.5 Análise estatística dos dados

Os tratamentos analisados (BSI, BSII, T) foram comparados quanto à densidade por forma de vida, síndrome de polinização e dispersão pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) (TRIOLA, 1999), processado com o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, a média dos postos foi comparada pelo teste t ( $p < 0,05$ ), de acordo com o pacote *agricolae* (MENDIBURU, 2015) do programa R.

Os valores calculados do índice de diversidade de Shannon para cada tratamento analisado (BSI, BSII, T) foram comparados pelo teste-t de Hutcheson, ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), que testa a diferença entre o índice de diversidade para duas amostras, assim, as comparações foram feitas aos pares (HUTCHESON, 1970).

As análises descritas a seguir foram processadas no Sistema de Análise Estatística - SAS V.9.1 (SAS INSTITUTE INC, 2004).

Os dados de densidade, emergência, mortalidade e riqueza de espécies mensais e densidade e riqueza de espécies obtidos após doze meses foram submetidos aos testes de Kolgomorov-Smirnov para verificar a normalidade e Bartlett para a homogeneidade de variância. Em alguns casos, os pressupostos não foram atendidos devido à frequência de zeros, então, adicionou-se a variável dependente uma constante com valor de 0,5 (YAMAMURA, 1999). Em seguida, foi encontrado um valor de potência mais adequado para a transformação da variável dependente pelo método de Box-Cox (BOX; COX, 1964).

A fim de verificar a diferença entre tratamentos (BSI, BSII, T) quanto às variáveis densidade, emergência, mortalidade e riqueza de espécies durante os doze meses de avaliações foi aplicada a análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas ( $p < 0,05$ ) (LITTELL et al., 2006).

Para avaliar diferenças entre os tratamentos para as variáveis densidade e riqueza de espécies após doze meses de avaliações foi realizada ANOVA, quando verificadas diferenças entre tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Por meio do programa STATISTICA versão 10, foi realizada uma análise de agrupamento pelo método Ward de ligação com dados de presença e ausência das espécies após doze meses de avaliações, para verificar a similaridade florística entre os tratamentos (BSI, BSII, T) e as áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise preliminar do banco de sementes

Após quatro meses de avaliação, foram observadas um total de 473 sementes germinadas nas amostras de solo dos quatro locais analisados, pertencentes a 13 famílias botânicas, 28 gêneros e 30 espécies; destas, uma foi identificada apenas em nível de família e duas não foram identificadas (6,7%) (Tabela 4).

A família Asteraceae foi a mais representativa (9 spp.), seguida das famílias Poaceae (3 spp.) e Solanaceae (3 spp.) (Tabela 4). Em estudo dos mecanismos de regeneração natural da Floresta Estacional Decidual (FED), foram encontrados, no banco de sementes, 18 espécies pertencentes à família Asteraceae e 5 da família Solanaceae (SCOTTI et al., 2011). No banco de sementes de cinco áreas distintas no domínio da Floresta Estacional Semidecidual (FES), foram encontraram 16 espécies da família Asteraceae, três espécies da família Solanaceae e duas espécies da família Poaceae (CALEGARI et al., 2013). Em três áreas distintas no domínio da Floresta Ombrófila Mista (FOM), foi observado predomínio das famílias Asteraceae e Cyperaceae (SCHORN et al., 2013). Assim, é possível observar a representatividade destas famílias no banco de sementes em diferentes tipologias vegetacionais, pois, em sua maioria, são herbáceas e pioneiras, produzem elevada densidade de diásporos e formam banco de sementes persistente.

As espécies que apresentaram maior número de sementes germinadas foram *Solanum americanum* Mill., *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg. e *Axonopus* sp. no banco de sementes da área I, *Axonopus* sp., *Paspalum* sp. e *Solanum americanum* Mill. nas amostras da área II, *Paspalum* sp., *Amaranthus hybridus* e *Vernonanthura tweedieana* (Baker) H. Rob. nas amostras da borda da área II (II-B) e *Cyperus* sp., *Urochloa decumbens* Stapf e *Senegalia bonariensis* (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger nas amostras da área III (Tabela 4).

Tabela 4 – Número de sementes germinadas por espécie e suas características de procedência, forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III) em Santa Maria, RS.

Família/Espécie	Nome popular	FV	Proc.	SP	SD	Local				Total
						I	II	II-B	III	
<b>Amaranthaceae</b>										
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	caruru-roxo	her	e	zoof	anec			11	23	34
<b>Araliaceae</b>										
<i>Hydrocotyle</i> sp.		her	n	zoof	aut			1		1
<b>Asteraceae</b>										
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Vassoura	arb	n	zoof	anec			1		1
<i>Chaptalia</i> sp.		her	n	zoof	anec	2	1		1	4
<i>Conyza</i> sp.	Buva	her	n	zoof	anec	1				1
<i>Hypochoeris</i> sp.		her	n	zoof	anec		2	1		3
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	maria-mole	her	n	zoof	anec	1	2	1		4
<i>Sonchus oleraceus</i> L.		her	e	zoof	anec	5	4	3		12
<i>Vernonanthura tweedieana</i> (Baker) H. Rob.	mata-pasto	arb	n	zoof	anec			8		8
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Wild.) Cabrera		her	n	zoof	anec		1			1
Morfoespécie 4		her	nd	zoof	anec	1	3			4
<b>Cyperaceae</b>										
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke		her	n	anef	anec			3	2	5
<i>Cyperus</i> sp.	grama-tiririca	her	n	anef	anec				64	64
<b>Euphorbiaceae</b>										
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	laranjeira-do-mato	árv	n	zoof	aut	8				8
<b>Fabaceae</b>										
<i>Desmodium</i> sp.	pega-pega	her	n	zoof	zooc	1			1	2

continua...

Tabela 4 – Número de sementes germinadas por espécie e suas características de procedência, forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS.

continuação...

Família/Espécie	Nome popular	FV	Proc.	SP	SD	Local				
						I	II	II-B	III	Total
<i>Senegalia bonariensis</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	unha-de-gato	arb/tr	n	zoof	anec			3	47	50
<b>Malvaceae</b>										
<i>Sida</i> sp.	Guaxuma	her	n	zoof	zooc			1	1	2
<b>Molluginaceae</b>										
<i>Mollugo verticillata</i> L.	capim-tapete	her	n	zoof	aut		1			1
<b>Poaceae</b>										
<i>Axonopus</i> sp.	Grama	her	n	anef	anec	7	33	5		45
<i>Urochloa decumbens</i> Stapf	Braquiaria	her	e	anef	anec			6	57	63
<i>Paspalum</i> sp.	Grama	her	n	anef	anec	3	9	15	38	65
<b>Portulacaceae</b>										
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega	her	e	zoof	anec				3	3
<b>Rutaceae</b>										
<i>Zanthoxylum</i> sp.	mamica-de-cadela	árv	n	zoof	zooc			2		2
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	canela-de-veado	árv	n	zoof	anec			2		2
<b>Salicaceae</b>										
<i>Banara tomentosa</i> Clos		árv	n	zoof	zooc	1				1
<b>Solanaceae</b>										
<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria preta	her	n	zoof	zooc	13	4	5	44	66
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	fumo-bravo	árv	n	zoof	zooc	5	2	1		8
<i>Solanum viarum</i> Dunal	Joá	her	n	zoof	zooc		2		6	8

continua...

Tabela 4 – Número de sementes germinadas por espécie e suas características de procedência, forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS.

Família/Espécie	Nome popular	FV	Proc.	SP	SD	Local				Total
						I	II	II-B	III	
conclusão...										
<b>Não determinadas</b>										
Morfoespécie 1		her	nd	nd	nd	3	1			4
Morfoespécie 2		her	nd	nd	nd				1	1
<b>Total geral</b>						<b>51</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>288</b>	<b>473</b>

Em que: FV= Forma de vida; her = herbácea; subar = subarbustiva; arb = arbustiva; árv = arbórea; tr = trepadeira; nd = não determinado; Proc. = Procedência; n = nativa; e = exótica; SP = Síndrome de polinização; anef = anemofílica; zoof = zoofílica; SD = Síndrome de dispersão; anec = anemocórica; zooc = zoocórica; aut = autocórica.

Quanto à forma de vida, para os quatro locais analisados, houve a predominância das herbáceas (73,3%) sobre as arbóreas (16,7%), arbustivas (6,7%) e trepadeiras (3,3%) (Tabela 4). O predomínio de herbáceas no banco de sementes da FED também foi relatado por outros autores (ARAUJO et al., 2004; SCOTTI et al., 2011).

A forma de vida herbácea, destacando as gramíneas, foi dominante em todos os locais analisados, observou-se valor mais expressivo para a área em sucessão inicial (III) (Tabela 5), com densidade elevada da espécie exótica *Urochloa decumbens*. Esta área foi uma voçoroca, atualmente isolada do acesso de animais e maquinário agrícola, encontra-se estabilizada com vegetação secundária regenerante.

Tabela 5 – Densidade de indivíduos/m<sup>2</sup> e forma de vida encontrados no banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS.

Local	Forma de vida				
	Herbácea	Gramíneas	Arbustiva	Arbórea	Trepadeira
I	54b*	18b	0b	28a	0b
II	40b	86ab	0b	4b	0b
II-B	52b	52ab	18a	10ab	6b
III	294a	184a	0b	0b	94a

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

A maior densidade de sementes de espécies herbáceas encontrada no banco de semente das áreas analisadas pode estar relacionada ao ciclo de vida destas espécies, à alta produtividade de sementes, à proximidade com áreas de produção agrícola e pastagens vizinhas que funcionam como fontes de propágulos.

As espécies herbáceas, embora, muitas vezes, consideradas invasoras, são importantes nas áreas em processo de restauração, atuam como colonizadoras iniciais, quando recrutadas têm o papel de modificar o ambiente e permitir uma nova dinâmica sucessional (TRES; REIS, 2009b).

Em relação à forma de vida arbórea, foram observados os maiores valores de densidade na área I, seguida pela borda da área II (II-B) (Tabela 5). Foram identificadas cinco espécies, *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg, *Banara tomentosa* Clos, *Helietta apiculata* Benth., *Solanum mauritianum* Scop. e *Zanthoxylum* sp., em sua maioria,

pertencentes ao grupo das pioneiras. O banco de sementes da área III não apresentou espécies da forma de vida arbórea.

A inserção de diferentes formas de vida vegetal em projetos de restauração remete à diversidade de espécies, que é fundamental no restabelecimento dos processos ecológicos para garantir a continuidade nos ecossistemas tropicais (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009; RODRIGUES et al., 2009).

Quanto à procedência das 30 espécies encontradas, 76,66% são nativas, 13,33% exóticas e 10,00% não determinadas. As espécies exóticas foram observadas no banco de sementes de todos os locais avaliados, com valores superiores nos locais II-B e III (Tabela 6). A gramínea *Urochloa decumbens* (Braquiária) destacou-se na amostragem da área III com 57 plântulas, equivalente a 19,8% do total das sementes germinadas (Tabela 4).

A *U. decumbens* é uma gramínea originária da África, muito utilizada como pastagem por ser uma forrageira, perene de alta produtividade de massa foliar, resistente ao pisoteio e pastejo intensivo de animais, o fato de a matriz produtiva regional ser predominantemente agropecuária, explica a presença destacada desta espécie. Considerada como espécie exótica invasora, observada infestando lavouras, pomares, plantios de reflorestamento, margens de estradas, rodovias e terrenos baldios (LORENZZI, 2008).

A Braquiária não tolera frio intenso e geadas, porém vem sendo observada com maior frequência como invasora no Rio Grande do Sul. O processo de estabelecimento e persistência na área é favorecido pela dormência das sementes, a redução do número de geadas nos períodos de inverno aliada às temperaturas amenas também pode favorecer sua ocupação (CAMPIDELLI, 2006).

Os percentuais de procedência devem ser considerados em projetos de restauração ecológica por meio da transposição do banco de sementes, no sentido de potencializar a colonização da área a ser restaurada com vegetação local e ter-se o cuidado de manejo para evitar invasão biológica (VIEIRA, 2004).

Considerando-se todas as espécies amostradas, a síndrome de polinização zoofílica (76,67%) foi dominante em relação a anemofílica (16,67%) e não determinada (6,66%). Houve diferença significativa pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ) para as síndromes de polinização entre os locais estudados. A área III destacou-se dos demais locais quanto à anemofília, para a zoofília a mesma área (III) também foi superior, seguida da II-B e I (Tabela 6).

Em relação à estratégia de dispersão, foram 60,00% anemocóricas, 23,33% zoocóricas, 10,00% autocórica e 6,67% não identificadas, considerando todas as espécies

amostradas. Houve diferença significativa pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ) para as síndromes de dispersão entre os locais estudados. A síndrome de dispersão anemocórica foi superior na área III seguida da área II-B e II, a área I destacou-se quanto à autocoria, para a síndrome de dispersão zoocórica, observou-se os maiores valores para a área III, seguida da I (Tabela 6). Os valores superiores em relação às síndromes de polinização e dispersão para área III podem ser relacionados ao elevado número de sementes germinadas.

Tabela 6 – Densidade de indivíduos/m<sup>2</sup> germinados no banco de semente dos locais avaliados, em relação a procedência e síndromes de polinização e dispersão, em Santa Maria, RS.

Locais	Procedência		Síndromes de Polinização				Síndromes de Dispersão			
	Exot.	Nat.	Nd.	Anef.	Zoof.	Nd.	Anec.	Aut.	Zooc.	Nd.
I	10,0b <sup>*</sup>	84,0b	8,0a	20,0b	76,0b	6,0a	40,0c	16,0a	40,0ab	6,0a
II	8,0b	114,0b	8,0a	84,0b	44,0c	2,0ab	110,0bc	2,0b	16,0c	2,0ab
II-B	40,0a	98,0b	0,0a	58,0b	80,0b	0,0b	118,0b	2,0b	18,0bc	0,0b
III	166,0a	408,0a	2,0a	322,0a	252,0a	2,0ab	470,0a	0,0b	104,0a	2,0ab

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ).

As espécies que apresentam síndrome de dispersão anemocórica e polinização anemofílica são importantes em projetos de transposição do banco de sementes para atuarem como colonizadoras iniciais do ambiente degradado, não precisando de agentes dispersores e polinizadores, por outro lado, a presença de espécies que apresentam interação com a fauna, como as da família Solanaceae, atuam como facilitadoras da sucessão ecológica. Essas espécies favorecem o fluxo gênico, servem de alimento para a fauna dispersora e promovem a continuidade do processo sucessional da área (ENGEL; PARROTA, 2008).

Os valores de densidade, riqueza e diversidade das amostras do banco de sementes dos locais avaliados são apresentados na Tabela 7. O número de sementes germinadas e de espécies foi semelhante para área I, II e II-B, sendo que não houve diferença significativa pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) entre esses locais. Entretanto, a área em sucessão inicial (III) diferiu das demais, apresentando valor superior de sementes germinadas e riqueza de espécies. A diversidade expressa pelo índice de Shannon não apresentou diferença significativa entre os locais pelo teste de Hutcheson ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 7).

Tabela 7 – Densidade, riqueza e diversidade das amostras do banco de sementes do solo dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS.

Variável	I	II	II-B	III
Nº sementes germinadas/m <sup>2</sup>	102b *	130b	138b	576a
Riqueza de espécies	3,9b	3,1b	3,5b	5,9a
Nº total de espécies	13	13	17	13
Índice de diversidade de Shannon (H')	2,21a **	1,79a	2,35a	1,95a
Índice de equabilidade de Pielou (J')	0,86	0,70	0,83	0,76

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

\*\*Índice de Shannon seguido pela mesma letra não diferiu pelo teste-t de Hutcheson ( $p < 0,05$ ).

A densidade do banco de sementes pode apresentar resultados diversos e relaciona-se com o uso anterior do solo, grau de conservação da vegetação e bioma, mas tende a ser maior em florestas secundárias, em que o dossel mais aberto possibilita maior densidade de espécies pioneiras (BAKER, 1989; GARWOOD, 1989).

Araujo et al. (2004) estudaram o banco de sementes de uma FED ripária no RS e encontraram valor médio de 146 sementes/m<sup>2</sup>. Outro estudo na mesma tipologia encontrou 108 espécies de todas as formas de vida, nas quais 853 sementes/m<sup>2</sup> em FED e 817 sementes/m<sup>2</sup> em estágio secundário de sucessão na mesma fitofisionomia (SCOTTI et al., 2011).

Pereira et al. (2010) estudaram o banco de sementes de dois ambientes de mata ciliar alterada no entorno de uma nascente em Minas Gerais e observaram densidade de 2.332 sementes/m<sup>2</sup> em ambiente degradado e 1.896 sementes/m<sup>2</sup> em ambiente perturbado, caracterizado principalmente por espécies ruderais.

Em estudo do banco de sementes de diferentes situações ambientais, visando à restauração florestal no domínio da FES, foram encontradas 26 espécies em área de pastejo sem regeneração, 27 em área de plantio de Eucalipto, 35 em ambas as áreas de capoeira e pasto com regeneração arbustiva e 41 espécies em mata nativa (CALEGARI et al., 2013).

Schorn et al. (2013) avaliaram o banco de sementes de três situações ambientais e observaram a germinação de 2846 indivíduos/m<sup>2</sup> de 30 espécies em mata ciliar na Floresta Ombrófila Mista, 4292 indivíduos/m<sup>2</sup> e 28 espécies em área de extração recente de Pinus e 2125 indivíduos/m<sup>2</sup> e 25 espécies em área de reflorestamento de Pinus.

A variação nos valores de sementes germinadas/m<sup>2</sup> e riqueza de espécies na amostragem do banco de sementes pode estar relacionada à metodologia utilizada, aos

diferentes tamanhos e quantidades de unidades amostrais. Ainda, a densidade do banco de sementes é variável conforme a tipologia e matriz vegetal, o histórico de exploração, os usos do solo do entorno, a distância de fontes de propágulos e a intensidade da perturbação (BAIDER et al., 1999).

O índice de similaridade de Jaccard variou entre 0,13 a 0,53 na interação entre os locais avaliados, o que demonstra baixa similaridade florística da composição do banco de sementes (Tabela 8).

Tabela 8 – Similaridade pelo índice de Jaccard entre a composição de espécies do banco de sementes dos locais analisados (I, II, II-B e III), em Santa Maria, RS.

Locais	I	II	II-B	III
I	-	0,53	0,25	0,18
II	-	-	0,30	0,13
II-B	-	-	-	0,30
III	-	-	-	-

A heterogeneidade deve ser levada em consideração na transposição do banco de sementes, uma vez que eleva as chances de recrutamento de espécies adaptadas a condições diversas (TRES; REIS, 2009). Finalmente, a diferença da composição florística entre as áreas pode aumentar a riqueza de espécies após a transposição do solo.

## 4.2 Transposição do banco de sementes

### 4.2.1 Composição florística nos núcleos de banco de sementes transposto

Foram amostrados 1461 indivíduos de 25 famílias botânicas, pertencendo a 76 gêneros e 85 espécies; destas, 8 foram identificadas apenas em nível de família botânica, e 19 não foram determinadas, sendo registradas como morfoespécies (Tabela 9).

O número de espécies não identificadas pode ser relacionado à morfologia semelhante do desenvolvimento inicial de espécies herbáceas, outro fator foi a ocorrência de baixa

densidade de plântulas da mesma morfoespécie. Esta dificuldade na identificação de espécies germinadas a partir do banco de semente também foi relatada em outros estudos (SCOTTI et al., 2011; CALEGARI et al., 2013).

As famílias mais representativas foram Asteraceae e Solanaceae, sendo que, para a primeira, observou-se 27 espécies; destas, 24 foram herbáceas e 3 arbustivas; com relação a segunda família foram encontradas 4 espécies, sendo que uma foi de hábito arbóreo e as demais herbáceas. Estas famílias normalmente são encontradas em estágios iniciais de sucessão, destaca-se que a família Solanaceae apresenta interação com morcegos frugívoros atuando como facilitadores no processo de nucleação (MELO et al., 2008; MIRANDA NETO et al., 2010).

As espécies que tiveram maior número de indivíduos foram *Eupatorium ivifolium* L., *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. e *Sida* sp. na ADP1 e *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken, *Ipomoea purpurea* e *Sida* sp. na ADP2. Estas espécies foram encontradas em todos os tratamentos, com valores superiores no tratamento testemunha, o que pode indicar a influência do banco de sementes autóctone. *Eupatorium* é um dos principais gêneros de arbustos e subarbustos de ocorrência em toda a metade sul do RS, desde a Planície Litorânea até o Pampa, juntamente com *Baccharis*, *Senecio* e *Vernonia* (ROVEDDER, 2013).

Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e suas características de forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes transposto e área testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Família/Espécie	Nome popular	FV	SP	SD	ADP1				ADP2			
					BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total
<b>Acanthaceae</b>												
Acantaceae sp. 1		her	nd	nd				1	1			
<b>Amaranthaceae</b>												
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Caruru	her	zoof	anec	1				1			
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken	corango-de-batata	her	zoof	anec					63	38	50	151
<b>Apiaceae</b>												
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	pé-de-cavalo	her	zoof	aut	3	4		7	1	1		2
<i>Eryngium</i> sp.	Caraguatá	her	zoof	nd	1		2	3		1	1	2
<b>Araliaceae</b>												
<i>Hydrocotyle</i> sp.		her	zoof	aut	5	6		11	1	2	2	5
<b>Asteraceae</b>												
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrasto	her	zoof	anec	1			1	6	1		7
<i>Baccharis coridifolia</i> DC.	mio-mio	subar	zoof	anec	16	9	1	26				
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Vassoura	arb	zoof	anec		1		1				
<i>Baccharis</i> sp.	Vassoua	arb	zoof	anec			1	1			1	1
<i>Conyza</i> sp.	Buva	her	zoof	anec	1		1	2	9	17	2	28
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	erva-grossa	her	zoof	anec					1	5	2	8
<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	Serralha	her	zoof	anec	3	4	2	9	1	3	1	5
<i>Eupatorium ivifolium</i> L.	Ipaina	her	zoof	anec	54	82	79	215	12	2	5	19
<i>Eupatorium laevigatum</i> Lam.	mata-pasto	arb	zoof	anec	8	2	1	11				
<i>Eupatorium macrocephalum</i> Less.	Eupatório	her	zoof	anec	2	9	2	13	3			3

continua...

Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e suas características de forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes transposto e área testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

continuação...

Família/Espécie	Nome popular	FV	SP	SD	ADP1				ADP2			
					BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	Macelinha	her	zoof	anec					2	4	3	9
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Wild.) Cabrera		her	zoof	anec	18	19		37	6	5	3	14
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	almeirão-do-campo	her	zoof	anec		3		3	1	2	5	8
<i>Picrosia longifolia</i> D. Don	radicci-branco	her	zoof	anec						1		1
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera		her	zoof	anec		1		1				
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	maria-mole	her	zoof	anec					1	2		3
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	arnica-brasileira	her	zoof	anec		5		5				
<i>Sonchus oleraceus</i> L.		her	zoof	anec		3		3				
<i>Vernonanthura tweedieana</i> (Baker) H. Rob.	mata-pasto	arb	zoof	anec	15	3	2	20	29	2	8	39
<i>Vernonia nudiflora</i> Less.	alecrim-do-campo	subar	zoof	anec						5		5
Asteraceae sp. 1		her	zoof	anec	9	4	3	16	3	6	3	12
Asteraceae sp. 2		her	zoof	anec			3	3				
Asteraceae sp. 3		her	zoof	anec		1		1				
Asteraceae sp. 4		her	zoof	anec					1	11	5	17
Asteraceae sp. 5		her	zoof	anec			1	1				
Asteraceae sp. 6		her	zoof	anec			1	1				
Asteraceae sp. 7		her	zoof	anec		1		1	1			1
<b>Convolvulaceae</b>												
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Corriola	tr	zoof	aut	25	19	35	79	32	16	65	113
<i>Ipomoea</i> sp.	Corriola	tr	zoof	aut	5	1	3	9	1	1	1	3

continua...

Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e suas características de forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes transposto e área testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Família/Espécie	Nome popular	FV	SP	SD	ADP1				ADP2			
					BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total
					continuação...							
<b>Cyperaceae</b>												
<i>Cyperus</i> sp.		her	anef	anec	2	3	3	8				
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Junquinho	her	anef	anec	1	1	1	3	1		1	2
<b>Euphorbiaceae</b>												
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	laranjeira-do-mato	árv	zoo	aut	10	22		32	3	3		6
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	Branquilho	árv	zoo	aut		1		1	1			1
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Leiteiro	árv	zoo	aut		2		2				
<b>Fabaceae</b>												
<i>Desmodium</i> sp.	pega-pega	her	zoo	zooc	8	11	1	20	3	12	5	20
<b>Iridaceae</b>												
<i>Sisyrinchium alatum</i> Hook.		her	zoo	aut						1		1
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	canchalaguá	her	zoo	aut	5	2	1	8				
<b>Lamiaceae</b>												
<i>Hyptis</i> sp.		her	zoo	anec					1			1
<b>Lythraceae</b>												
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J. F. Macbr.		her	zoo	anec	6	4	10	20	1	1	1	3
<b>Malvaceae</b>												
<i>Sida</i> sp.	Guanxuma	her	zoo	zooc	10	11	40	61	22	25	127	174
<b>Melastomataceae</b>												
<i>Tibouchina</i> sp.	Tibouxina	her	zoo	anec	2	8		10				
<b>Moraceae</b>												
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Cincho	árv	zoo	zooc		1		1		1		1

continua...

Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e suas características de forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes transposto e área testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Família/Espécie	Nome popular	FV	SP	SD	ADP1				ADP2				
					BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total	
					continuação...								
<b>Myrtaceae</b>													
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	árv	zoof	zooc	1			1					
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	árv	zoof	zooc					1				1
<b>Onagraceae</b>													
<i>Ludwigia</i> sp.	cruz-de-malta	her	zoof	anec	11	6	11	28		1			1
<b>Oxalidaceae</b>													
<i>Oxalis brasiliensis</i> Lodd.	Azedinha	her	zoof	nd	2	2		4					
<b>Phyllanthaceae</b>													
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	quebra-pedra	her	zoof	anec					3	1	1		5
<b>Plantaginaceae</b>													
<i>Plantago</i> sp.	Tanchagem	her	anef	anec	3	2		5		1	1		2
<i>Scoparia dulcis</i> L.	vassourinha	her	zoof	anec					2		1		3
<b>Rubiaceae</b>													
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schltld.		her	zoof	anec					1				1
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	poaia-branca	her	zoof	aut						1			1
<i>Spermacoce latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	erva-quente	her	zoof	anec	5	4		9			1		1
<b>Rutaceae</b>													
<i>Heliopsis scabra</i> Benth.	canela-de-veado	árv	zoof	anec	7	1		8		5			5
<b>Sapindaceae</b>													
<i>Serjania</i> sp.		tr	zoof	aut					2				2

continua...

Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e suas características de forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes transposto e área testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

continuação...

Família/Espécie	Nome popular	FV	SP	SD	ADP1				ADP2			
					BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total
<b>Solanaceae</b>												
<i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-preta	her	zoof	zooc	4	4		8	2	4	1	7
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	fumo-bravo	árv	zoof	zooc	2	2		4	2	2		4
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Joá	her	zoof	zooc	1	1		2			2	2
<i>Solanum viarum</i> Dunal	Joá	her	zoof	zooc		2		2				
<b>Verbenaceae</b>												
<i>Glandularia aristigera</i> (S. Moore) Tronc.		her	zoof	nd					4	3	2	9
<i>Verbena rigida</i> Spreng.		her	zoof	nd			2	2	1	1	1	3
<b>Não determinado</b>												
Morfoespécie 1		her	nd	nd			1	1				
Morfoespécie 2		her	nd	nd					1			1
Morfoespécie 3		her	nd	nd	3	2	3	8				
Morfoespécie 4		her	nd	nd			1	1				
Morfoespécie 5		her	nd	nd	2		1	3				
Morfoespécie 6		árv	nd	nd		1		1				
Morfoespécie 7		her	nd	nd	1			1				
Morfoespécie 8		her	nd	nd							1	1
Morfoespécie 9		her	nd	nd							1	1
Morfoespécie 10		her	nd	nd							1	1
Morfoespécie 11		her	nd	nd					1			1
Morfoespécie 12		her	nd	nd					1			1

continua...

Tabela 9 – Número de indivíduos por espécie e suas características de forma de vida e síndromes de polinização e dispersão encontrados no banco de sementes transposto e área testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Família/Espécie	Nome popular	FV	SP	SD	conclusão...								
					ADP1				ADP2				
					BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total	
Morfoespécie 13		her	nd	nd								1	1
Morfoespécie 14		her	nd	nd						1			1
Morfoespécie 15		her	nd	nd			1	1					
Morfoespécie 16		her	nd	nd								1	1
Morfoespécie 17		her	nd	nd						1			1
Morfoespécie 18		her	nd	nd						1			1
Morfoespécie 19		her	nd	nd						1			1
<b>Total geral</b>					<b>253</b>	<b>270</b>	<b>214</b>	<b>737</b>	<b>231</b>	<b>187</b>	<b>306</b>	<b>724</b>	

Em que: FV = Forma de vida; her = herbácea; subar = sub-arbustiva; arb = arbustiva; árv = arbórea; tr = trepadeira; nd = não determinado; SD = Síndrome de dispersão; anec = anemocórica; zooc = zoocórica; aut = autocórica.

O número de indivíduos/m<sup>2</sup> foi semelhante nos tratamentos avaliados na ADP1, sendo que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), já, na ADP2, o número de indivíduos/m<sup>2</sup> do tratamento testemunha (T) diferiu do BSII, e o número de indivíduos/m<sup>2</sup> de BSI foi semelhante aos demais (Tabela 10). O tratamento testemunha (T) na ADP2 apresentou maior densidade devido à elevada germinação de indivíduos das espécies *P. tuberosa*, *I. purpurea* e *Sida sp.* (Tabela 9).

A riqueza de espécies dos tratamentos BSI e BSII foi semelhante na ADP1 pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), a testemunha (T) apresentou valor inferior, diferindo dos demais tratamentos. Na ADP2, não houve diferença entre os tratamentos para a variável riqueza de espécies pelo mesmo teste (Tabela 10).

Tabela 10 – Riqueza florística, densidade, índices de diversidade e equabilidade encontrados no banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Variáveis	ADP1				ADP2			
	BSI	BSII	T	Total	BSI	BSII	T	Total
Nº total de famílias	19	18	11	22	18	17	14	22
Nº total de espécies	36	41	29	57	42	35	33	59
Nº total de indivíduos	253	270	214	737	231	187	306	724
Riqueza de espécies/m <sup>2</sup>	14,3a *	14,3a	9,2b	-	13,0a	11,8a	9,7a	-
Nº de indivíduos/m <sup>2</sup>	42,2a	45,0a	35,7a	-	38,5ab	31,2b	51,0a	-
Índice de Shannon - H'	3,00a **	2,32b	1,78c	-	2,38b	2,88a	1,67c	-
Índice de Pielou - J'	0,84	0,62	0,53	-	0,64	0,81	0,48	-

\* Médias de variável seguidas pela mesma letra, por área, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\*\* Índice de Shannon seguido pela mesma letra não diferem entre si pelo teste-t de Hutcheson ( $p < 0,05$ ).

O índice de diversidade de Shannon apresentou diferença significativa entre os tratamentos pelo teste-t de Hutcheson ( $p < 0,05$ ). O índice de diversidade de Shannon foi superior no BSI da ADP1, seguido pelo BSII. Para a ADP2, observou-se índice superior no BSII, seguido pelo BSI. O tratamento testemunha (T) apresentou o menor índice nas duas áreas de deposição, demonstrando que o banco de sementes transposto favoreceu o aumento da diversidade nas duas áreas em estudo.

Ressalta-se que o BSI foi retirado de um fragmento retangular que pode estar sofrendo influência de efeito de borda (COLLINGE, 1996), ocorrendo alterações no ambiente físico,

como aumento da temperatura e luminosidade, diminuição da umidade relativa e maior exposição a ventos. Como consequência dessas alterações, mudanças biológicas passam a ocorrer no interior dos fragmentos, como alterações na composição, abundância e distribuição de espécies e nas interações entre espécies (TABARELLI et al., 1999; METZGER, 2000). Pode ser devido a esse fator, o maior índice de Shannon observado para BSI na ADP1 e, ainda, relacionado à heterogeneidade espacial do banco de sementes florestal aliado às condições microclimáticas de cada núcleo, influenciada pela posição no terreno, por exemplo.

A forma de vida herbácea (81,2%) foi predominante sobre a arbórea (10,6%), arbustiva (4,7%) e trepadeira (3,5%). A forma de vida herbácea foi dominante em todos os tratamentos nas duas áreas de deposição do banco de sementes, sendo que não houve diferença significativa entre os tratamentos para essa forma de vida pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ) (Tabela 11).

Tabela 11 – Densidade de indivíduos por forma de vida para cada tratamento (BSI, BSII, T) e área de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Área	Tratamento	Formas de vida			
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea	Trepadeira
ADP1	BSI	3,33a*	3,83a	30,00a	5,00a
	BSII	5,00a	1,00a	35,67a	3,33a
	T	0,00b	0,67a	28,67a	6,33a
ADP2	BSI	1,17a	4,83a	26,67a	5,83ab
	BSII	1,83a	0,33b	26,17a	2,83b
	T	0,00b	1,50ab	38,50a	11,00a

\*Médias seguidas pela mesma letra, por forma de vida e área, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ).

Foram observadas espécies herbáceas ruderais como *Solanum americanum* Mill., *Phyllanthus tenellus* Roxb, *Sida* sp., *Amaranthus hybridus* L., *Richardia brasiliensis* Gomes, entre outras. Espécies ruderais, muitas vezes denominadas daninhas ou infestantes, apresentam capacidade de desenvolver-se em condições adversas, têm a habilidade de produzir grande número de sementes com dispersão eficiente, além de possuir elevada capacidade de competição e especificidades que permitem sua perpetuação, como, por exemplo, dormência e germinação desuniforme (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

As espécies herbáceo-arbustivas pioneiras são importantes em projetos de transposição do banco de sementes, em geral são agressivas e colonizadoras, proporcionando rápida cobertura do solo (VIEIRA, 2004; BECHARA, 2006). Estas espécies podem proliferar rapidamente, atrair a fauna polinizadora e dispersora de sementes e entram precocemente em senescência, preparando o ambiente para os estágios subsequentes (BECHARA et al., 2007).

Nas duas áreas de deposição, as espécies de hábito arbóreo foram encontradas somente nos núcleos de transposição do banco de semente. Houve diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ), em relação à forma de vida arbórea. Isso demonstra que a transposição do banco de sementes permitiu a inclusão da forma de vida arbórea nas áreas de deposição.

A espécie arbórea *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg. foi a que apresentou o maior número de indivíduos para este hábito, nas duas áreas de deposição do banco de sementes. Esta espécie é considerada de sub-bosque, possui dispersão autocórica e normalmente encontrada em distribuição agregada na floresta (LONGHI et al., 2000). Durante a coleta do banco de sementes nas áreas doadoras, observou-se que esta espécie ocorre em grande abundância.

A síndrome de polinização zoofílica (72,9%) foi dominante sobre a anemofílica (3,6%) e não determinadas (23,5%), considerando todas as espécies amostradas nos tratamentos e nas duas áreas de deposição. Para a ADP1, não houve diferença significativa entre os tratamentos para as diferentes síndromes de polinização pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ). Na ADP2, houve diferença entre os tratamentos para a síndrome de polinização zoofílica pelo mesmo teste, observaram-se valores superiores no tratamento testemunha, sendo que este foi semelhante ao BSI, já o BSI foi semelhante ao BSII (Tabela 12).

Em relação à síndrome de dispersão, foram encontradas 48,2% de espécies anemocóricas, 12,9% autocórica, 10,6% zoocóricas e 28,3% não foram determinadas. A ADP1 não apresentou diferença significativa entre os tratamentos para as diferentes síndromes de dispersão pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ). Para a ADP2, observou-se diferença significativa para as síndromes de dispersão anemocórica e zoocórica, pelo mesmo teste, quanto a anemocoria verificou-se valores superiores para o tratamento BSI, sendo este semelhante ao BSII, o tratamento testemunha foi semelhante ao BSII e diferiu de BSI. O tratamento testemunha foi superior quanto à síndrome de dispersão zoocórica, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 12).

Tabela 12 – Densidade de indivíduos em relação às síndromes de polinização e dispersão para cada tratamentos (BSI, BSII, T) e áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Área	Tratamento	Síndrome de Polinização			Síndrome de Dispersão			
		Anef.	Zoof.	Nd.	Anec.	Aut.	Zooc.	Nd.
ADP1	BSI	1,00a *	40,17a	1,00a	27,50a	8,83a	4,33a	1,50a
	BSII	1,00a	43,50a	0,50a	29,33a	9,50a	5,33a	0,83a
	T	0,67a	33,67a	1,33a	20,33a	6,50a	6,83a	2,00a
ADP2	BSI	0,17a	37,17ab	1,17a	24,67a	6,83a	5,00b	2,00a
	BSII	0,17a	31,00b	0,00b	18,83ab	4,17a	7,33ab	0,83a
	T	0,33a	49,83a	0,83ab	15,67b	11,33a	22,50a	1,50a

\*Médias seguidas pela mesma letra, por síndrome e área, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ).

Em que : Anef.: Anemofílica; Zoof.: Zoofílica; Nd.: Não determinada; Anec.: Anemocórica; Aut.: Autocórica; Zooc.: Zoocórica.

Os maiores valores observados no tratamento testemunha na ADP2 para as síndromes de polinização zoofílica e dispersão zoocórica podem ser relacionados à maior densidade de indivíduos observada nessa área, principalmente das espécies *Pfaffia tuberosa*, *Ipomoea purpurea* e *Sida* sp..

A presença de diferentes síndromes de polinização e dispersão é importante no processo de sucessão da área degradada. As espécies que apresentam interação com a fauna (predadores, polinizadores e dispersores) favorecem o fluxo gênico e a dispersão de sementes para o restante da área, permitindo a continuidade do processo sucessional. Adicionalmente, espécies anemofílicas e anemocóricas, por não precisarem de agentes bióticos, são importantes para a colonização inicial da área (REIS; KAGEYAMA, 2008).

Na ADP1, foram amostradas 28 espécies no BSI e BSII que não foram encontradas no tratamento testemunha; destas, 7 espécies são de hábito arbóreo. Na ADP2, foram 26 espécies exclusivas dos tratamentos de deposição do banco de sementes, 5 de hábito arbóreo. Isso demonstra a efetividade da transposição para aumento da riqueza em áreas degradadas e que a coleta nas duas áreas doadoras foi importante para essa ampliação.

Núcleos de solo transposto foram testados com sucesso para FES com 25 espécies introduzidas em 16 m<sup>2</sup>, para o Cerrado foram 25 espécies em 12 m<sup>2</sup> (BECHARA, 2006), já em ambiente de restinga foram 54 espécies em 16 m<sup>2</sup> (VIEIRA, 2004).

Outro estudo em FES avaliou estágio sucessional inicial e maduro para coleta do banco de sementes e observaram-se valores superiores para o estágio inicial (19 spp.), porém

os autores ressaltaram que o banco de sementes das duas áreas contribuiu para o enriquecimento de 22 espécies de hábito arbustivo-arbóreo em 20 m<sup>2</sup> (MIRANDA NETO et al., 2010).

Rodrigues et al. (2010) estudaram a influência da serrapilheira nos núcleos de transposição do banco de sementes e verificaram que a deposição do solo mais a serrapilheira apresentou a maior riqueza de espécies em relação a núcleos que continham apenas o solo, apenas a serrapilheira, em seis meses foram introduzidas 31 espécies em 15 m<sup>2</sup>.

Ressalta-se que a transposição do banco de sementes foi realizada uma única vez ao final da primavera, a coleta do solo em outros períodos do ano poderia acrescentar maior riqueza de espécies e densidade à área. Outro fator que pode ter influenciado a riqueza e a densidade do banco de sementes transposto neste estudo foi a deposição do solo e, posteriormente, a serrapilheira.

Estudos mostram que o conjunto solo mais serrapilheira, quando misturados, apresentam os maiores números de indivíduos e espécies (RODRIGUES et al., 2010; SOARES, 2012). A deposição da serrapilheira sobre o solo pode ter inibido a germinação de algumas espécies com maior exigência por luz, por outro lado, pode ter favorecido a germinação de outras com menor exigência.

Ao longo das avaliações, pôde-se observar que muitas espécies herbáceas entraram em floração e frutificação, podendo criar interações com a fauna (polinizadores e dispersores) (Figura 4). Algumas entraram em senescência e foram substituídas por outras espécies, assim como suas sementes deram origem a novos indivíduos.



Figura 4 – Indivíduos em floração e frutificação encontrados nos núcleos de transposição do banco de sementes. (a) *Ipomoea purpurea*; (b) *Borreria eryngioides* (c) *Eupatorium macrocephalum* (d) *Solanum viarum*.

O dendrograma obtido pela análise de agrupamento demonstra a heterogeneidade da composição florística encontrada nos núcleos de transposição do banco de sementes e testemunha nas duas áreas de deposição (Figura 5).

Observaram-se ligações mais próximas entre os tratamentos BSI e BSII dentro de cada área de deposição, o que demonstra o efeito da transposição, com maior riqueza de espécies, comparativamente à testemunha. A principal distinção de agrupamento deu-se entre as áreas de deposição, demonstrando que a florística foi influenciada por suas características ambientais, como, por exemplo, a ocorrência de espécies características de ambientes úmidos, tais como *Ludwigia* sp., *Centella asiatica* (L.) Urb., *Eryngium* sp., *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J. F. Macbr., entre outras, na ADP1 (BOLDRINI, et al., 2008).

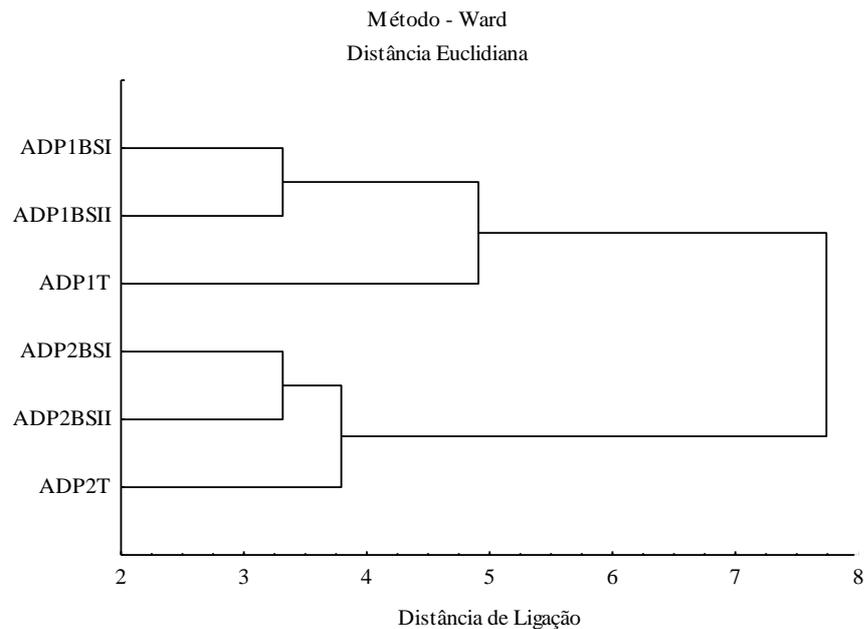


Figura 5 – Dendrograma obtido pela análise de agrupamento para a composição florística do banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

#### 4.2.2 Comportamento do banco de sementes transposto ao longo de doze meses

Na ADP1, observou-se decréscimo na densidade e na emergência de novos indivíduos nos meses de maio a julho de 2014 (Figuras 6a e 6c). O principal fator que contribuiu para este resultado pode ter sido a diminuição nas médias de temperaturas do período e a precipitação acumulada elevada (Figura 3). A temperatura média máxima e média mínima registrada no período de maio a julho foi de 21,1 °C e 10,8 °C, respectivamente, e a precipitação acumulada foi de 705,4 mm.

Após os eventos de precipitação, observava-se a formação de uma lâmina de água na área (ADP1). Esta é uma característica que pode ocorrer com certa frequência na região em decorrência das classes de solo. Para a caracterização morfológica dos solos, nas duas áreas de deposição, foi realizada a caracterização morfológica apresentada no Apêndice. A ADP1 foi classificada como Argissolo Bruno-Acinzentado, com presença de mosqueados já no horizonte A (0 a 25 cm), permanecendo no horizonte B (25-58 cm). ADP2 não apresentou características morfológicas de hidromorfia.

Os meses que seguiram após o inverno mostraram tendência de acréscimo na densidade e na emergência de novos indivíduos na ADP1, exceto para o tratamento testemunha (T), que manteve os valores médios para estas variáveis (Figuras 6a e 6c).

Na ADP2, a densidade média apresentou tendência de acréscimo, exceto nos meses de inverno que se mantiveram constantes. O tratamento testemunha (T) apresentou as maiores médias de densidade em todos os meses de avaliação. Isto pode ser explicado pelo elevado número de indivíduos das espécies *Sida* sp., *Pfaffia tuberosa* e *Ipomoea purpurea* (Figura 6b).

Na análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas no tempo, verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para a densidade, assim como ao longo dos meses, porém não houve diferença na interação dos tratamentos no tempo para as duas áreas de deposição do banco de sementes (Tabela 13).

O período de maio a agosto de 2014 apresentou as menores médias de emergência (Figuras 6c e 6d). Para essa variável, houve diferença significativa na ANOVA entre os tratamentos para as duas áreas, também houve diferença ao longo dos meses, mas não houve diferença significativa entre a interação dos tratamentos e o tempo (Tabela 13).

Para a variável mortalidade, na ADP1, houve um pico no mês de maio de 2014, quando se observou, pela primeira vez, durante o período de avaliação do banco de sementes transposto, a formação da lâmina de água na área (Figura 6e). Na ADP2, em geral, observou-se maior mortalidade para o tratamento testemunha (T), com maiores valores no período de maio a junho de 2014 (Figura 6f).

Novamente, os fatores condicionantes aos resultados das variáveis emergência e mortalidade podem ter sido as baixas temperaturas, inerentes ao período do inverno no Rio Grande do Sul, e a precipitação acumulada mensal elevada (Figura 3). Demais flutuações podem ser relacionadas ao ciclo de vida das espécies herbáceas.

A variável mortalidade para a ADP1, na ANOVA com medidas repetidas, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e na interação dos tratamentos com o período, mas houve diferenças ao longo dos meses dentro de cada tratamento. Já, na ADP2, houve diferença significativa entre os tratamentos, dentro de cada tratamento ao longo dos meses e na interação do tratamento com o período (Tabela 13).

Em geral, a riqueza de espécies (Figuras 6g e 6h) foi crescente nos meses avaliados, com exceção dos meses de inverno. A ANOVA demonstrou diferença significativa entre os tratamentos e dentro de cada tratamento ao longo dos meses. Não houve diferença na interação dos tratamentos com o período, ou seja, todos os tratamentos comportaram-se de forma semelhante ao longo dos meses (Tabela 13).

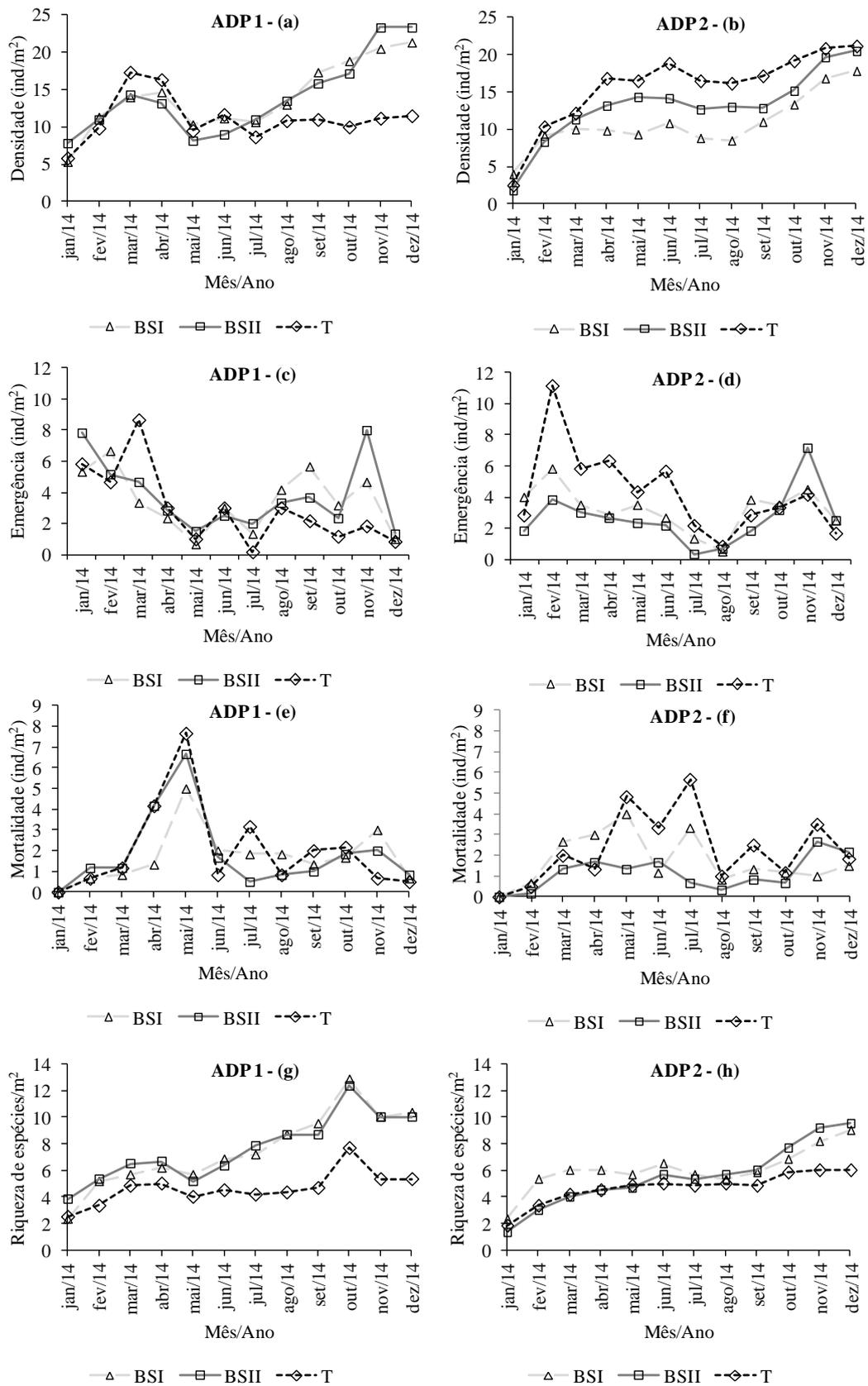


Figura 6 – Médias mensais de densidade de indivíduos, emergência, mortalidade e riqueza de espécies do banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T), em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Tabela 13 – Análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas ao longo do tempo para densidade de indivíduos, emergência, mortalidade e riqueza de espécies do banco de sementes transposto e testemunha (BSI, BSII e T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Variável	Box-Cox : (Y+0,5) <sup>λ</sup>	Área	Efeito	GL Num	GL Den	F valor	Pr>F
Densidade (ind./m <sup>2</sup> )	λ = 0,5	ADP1	Tratamento	2	180	5,67	0,0041
			Tempo	11	180	4,92	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	0,85	0,6576
		ADP2	Tratamento	2	180	5,05	0,0073
			Tempo	11	180	9,17	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	0,39	0,9938
Emergência (ind./m <sup>2</sup> )	λ = 0	ADP1	Tratamento	2	180	4,37	0,0140
			Tempo	11	180	5,75	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	0,82	0,6061
		ADP2	Tratamento	2	180	6,23	0,0024
			Tempo	11	180	7,27	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	1,05	0,4027
Mortalidade (ind./m <sup>2</sup> )	λ = 0	ADP1	Tratamento	2	180	0,13	0,8819
			Tempo	11	180	9,99	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	1,29	0,1860
		ADP2	Tratamento	2	180	8,86	0,0002
			Tempo	11	180	7,50	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	1,74	0,0258
Riqueza de espécies/m <sup>2</sup>	λ = 0,5	ADP1	Tratamento	2	180	29,81	<,0001
			Tempo	11	180	9,51	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	0,64	0,8938
		ADP2	Tratamento	2	180	5,11	0,0069
			Tempo	11	180	10,97	<,0001
			Tratamento*Tempo	22	180	0,73	0,8005

Em que: Y = variável dependente; λ = valor da potência encontrado pela transformação da variável dependente (Y), segundo o método de Box-Cox (1964): λ = 0 → ln(y) e λ = 0.5 → y<sup>0.5</sup>; GL Num = graus de liberdade do numerador (Efeito); GL Den = graus de liberdade do denominador (Erro).

O número acumulado de espécies apresentou tendência de crescimento ao longo dos 12 meses de avaliações para todos os tratamentos nas duas áreas de deposição do banco de sementes (ADP1 e ADP2) (Figura 7a e 7b). As parcelas testemunha (T) apresentaram os menores valores nas duas áreas de deposição. A tendência de crescimento no número acumulado de espécies pode continuar ao longo do tempo, desde que ocorra a substituição e o aparecimento de novas espécies decorrentes do processo sucessional.

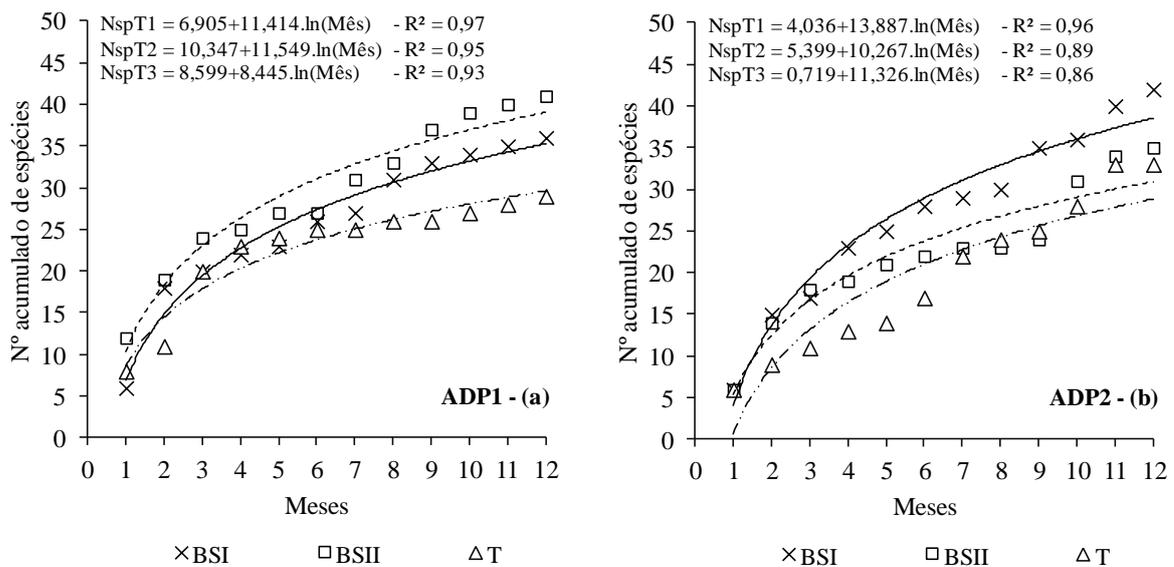


Figura 7 – Tendência do aparecimento de novas espécies no banco de sementes transposto (BSI, BSII) e parcelas testemunhas (T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

As gramíneas (Poaceae) foram avaliadas mensalmente como um grupo único pela escala de cobertura de Braum-Blanquet. Encontraram-se gramíneas em todos os núcleos de transposição do banco de sementes (BSI e BSII) e parcelas testemunha (T) nas duas áreas de estudo (ADP1 e ADP2). Os principais gêneros observados foram *Paspalum* sp. e *Axonopus* sp..

Na ADP1, a cobertura de gramíneas para testemunha (T) e borda de floresta secundária inicial (BSII) mostrou-se mais elevada nos meses iniciais, chegando próximo à classe de cobertura 5 (Tabela 3), o equivalente a 75% no mês de abril de 2014 (Figura 8a). No mês seguinte, houve um decréscimo da cobertura, que pode ser explicado pela formação de uma lâmina de água na área.

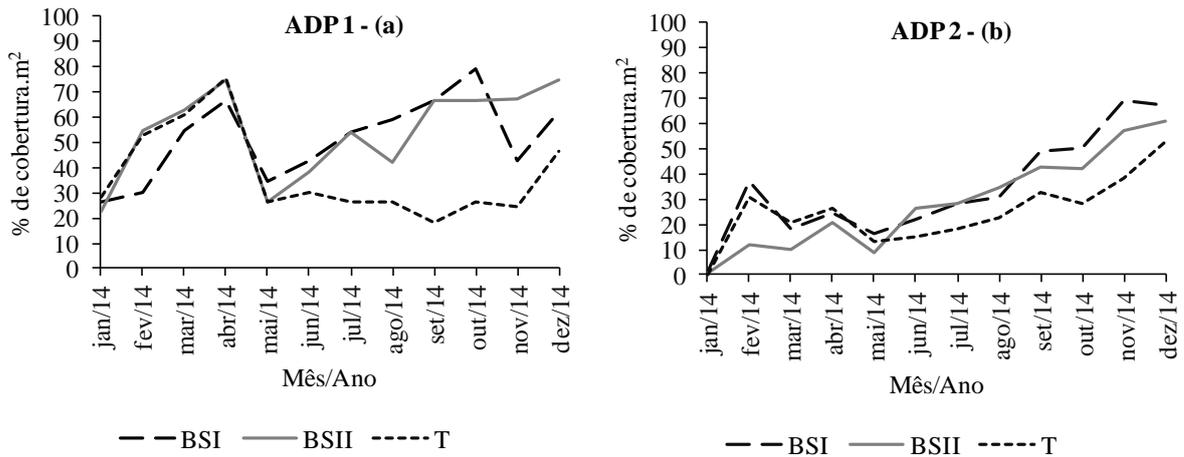


Figura 8 – Percentual de cobertura de gramíneas (Poaceae) no banco de sementes transposto (BSI e BSII) e parcelas testemunha (T) em duas áreas de deposição (ADP1 e ADP2), em Santa Maria, RS.

Em geral, na ADP2, foram observados valores crescentes de cobertura (Figura 8b), sendo que, ao final do período avaliado, a cobertura chegou a classe 4, entre 50% e 75%.

Até o mês de maio, o tratamento testemunha apresentou tendência de cobertura semelhante ao BSII em ADP1 e ao BSI em ADP2. Após, a testemunha apresentou percentuais inferiores aos dois tratamentos de transposição (BSI e BSII) até o final do período de observações. Depreende-se daí que o solo transposto favoreceu o desenvolvimento das gramíneas.

As espécies herbáceas e arbustivas germinadas a partir do banco de sementes transposto devem criar um microclima que favoreça o estabelecimento de outras espécies e, assim, a maciça cobertura de gramíneas deve ser substituída e integrada na biomassa do solo (TRES; REIS, 2009b).

Contudo, as gramíneas em geral interferem no desenvolvimento de plântulas competindo por luz, nutrientes e espaço e podem comportar-se como uma barreira para o estabelecimento de outras espécies (TOLEDO et al., 2001; RODRIGUES et al., 2012). No caso da transposição do banco de sementes, estas gramíneas poderão agir como limitadoras para o estabelecimento de plântulas e de outras sementes dispersas na área (VIEIRA, 2004). Por isso, devem ser considerados métodos de controle de gramíneas.

## 5 CONCLUSÕES

A análise preliminar do banco de sementes permitiu inferir que:

a) A área em sucessão inicial (III) não foi indicada para transposição, pois apresentou germinação de gramíneas e espécies exóticas superiores às demais áreas, podendo comprometer o sucesso da restauração;

b) O banco de sementes do centro e da borda da floresta secundária em estágio médio de regeneração natural (I e II-B) foram indicados para transposição, pois apresentaram diferentes formas de vida e baixas densidades de espécies exóticas.

A avaliação da transposição do banco de sementes permitiu inferir que:

c) O banco de sementes das duas áreas doadoras, centro e borda de floresta secundária em estágio médio de regeneração, contribuiu para a ampliação da riqueza de espécies e inclusão da forma de vida arbórea nas duas áreas de deposição;

d) A riqueza de espécies do banco de sementes transposto foi crescente ao longo dos meses, a densidade de indivíduos foi influenciada pelo período de inverno e condição do local em relação à característica de hidromorfia do solo.

## **6 RECOMENDAÇÕES**

A partir das observações a campo e dos resultados encontrados durante a avaliação da transposição do banco de sementes, recomenda-se:

a) A escolha das áreas doadoras deve levar em consideração as características ambientais da área que receberá o banco de sementes transposto, com o intuito de potencializar a germinação e o desenvolvimento da comunidade regenerante;

b) Período de monitoramento da regeneração do banco de sementes transposto superior a doze meses, com o propósito de verificar a substituição de espécies decorrente do processo sucessional;

c) A inserção de estratégias nucleadoras complementares, como poleiros artificiais, transposição de galharia, introdução de espécies arbóreas em ilhas, entre outras, a fim de favorecer a continuidade do processo sucessional das áreas de deposição do banco de sementes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Atmed, 2004. p. 225- 235.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANDERSON, M. L. Plantación en grupos espaciados. **Unasyuva**. v. 7, n. 2, p. 61-70. 1953.

APG III. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

ARAUJO, M. A.; LONGHI, S. J.; BARROS, P. L. C.; BRENA, D. A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia forestalis**, n. 66, p. 128-141, 2004.

ARAUJO, M. M.; OLIVEIRA, F. de A.; VIEIRA, I. C. G.; BARROS, P. L. C. de; LIMA, C. A. T. de. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. **Scientia forestalis**. n. 59, p. 115-130, jun. 2001.

BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. O banco de sementes de um trecho de uma Floresta Atlântica Montana (São Paulo - Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 319-328, 1999.

BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, p. 35-44, 2001.

BAKER, H. G. Some Aspects of the Natural History of Seed Banks. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. (Eds.) **Ecology of Soil Seed Banks**. New York: Academic Press. 1989, p. 9-21.

BECHARA, F. C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. 2006 249f. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2006.

BECHARA, F. C.; CAMPOS FILHO, E. M.; BARRETTO, K. D.; GABRIEL, V. A.; ANTUNES, A. Z.; REIS, A. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. **Revista Brasileira de Biociências** Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 9-11, jul. 2007.

BELLOTTO, A.; VIANI, R. A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Inserção de outras formas de vida no processo de restauração**. In. Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal, LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 3. ed. São Paulo, 2010. 59-65 p.

BOANARES, D.; DE AZEVEDO, C. S. The use of nucleation techniques to restore the environment: a bibliometric analysis **Natureza e conservação**. v. 12, n. 2, p. 93-98, 2014.

BOLDRINI, I. I.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER, A. A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 355-367, out./dez. 2008.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**. London, B26, p. 211-243. 1964.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S.V. (Editor) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2012. 239p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, vinte cinco de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 05 dez 2014.

\_\_\_\_\_. Lei nº9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, dezoito de julho de 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 03 nov. 2014.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R.S. de; CONSTANTIN J.; INOUE, M.H. (Eds.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Ompipax, 2011 348p.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, L. C.; SILVA, E.; GLERIANI, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 5, p. 871-880, 2013.

CAMPIDELLI, O. **Substituição da *Brachiaria decumbens* pela *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema de plantio direto**. 2006. 62p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, 2006.

COLLINGE, S. K. Ecological consequences of habitat fragmentation: Implications for landscape architecture and planning. **Landscape and Urban Planning**, v. 36, p. 959-977, 1996.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFSRS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CORBIN, J. D.; HOLL, K. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**. v. 265, p. 37-46, 2012.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. de P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; JACQUES A. V. A. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. 403p.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Orgs.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF. 1. ed. revisada: 2008. 340p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2012-2013. São Paulo, 2014. Disponível em: [http://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/05/atlas\\_2012-2013\\_relatorio\\_tecnico\\_20141.pdf](http://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/05/atlas_2012-2013_relatorio_tecnico_20141.pdf) . Acesso em: 20 de novembro de 2014.

GARWOOD, N. C. Tropical Soil Seed Banks: a Review. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. (Eds.) **Ecology of Soil Seed Banks**. New York: Academic Press. 1989. P 149- 209.

- HALL, S. L.; BARTON, C. D.; BASKIN, C. C. Topsoil seed bank of an Oak–Hickory forest in eastern Kentucky as a restoration tool on surface mines. **Restoration Ecology**. v. 18, n. 6, p. 834–842, 2010.
- HOLL, K. D.; ZAHAWI, R. A.; COLE, R. J.; OSTERTAG, R.; CORDELL, S. Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. **Restoration Ecology**. v. 19, n. 4, p. 470-479, 2011.
- HOLL, K. D.; AIDE, T. M. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**. v. 261, p. 1558-1563, 2011.
- HUTCHESON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology**. v. 29, p. 151-154, 1970.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro, RJ – Brasil, 2012. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_tecnico\\_vegetacao\\_brasileira.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf) Acesso em: 20 de novembro de 2014.
- JAKOVAC, A. C. C. **O uso do banco de sementes florestal contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas**. 2007. 142p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Campinas. Campinas, 2007.
- LECK, M. A Wetland Seed Banks. In: LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. (Eds.) **Ecology of Soil Seed Banks**. New York: Academic Press, p. 149-209, 1989.
- LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D.; SCHABENBERGER, O. **SAS System for mixed models**. 2. ed. North Carolina: SAS Institute, Cary, 2006, 814p.
- LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; OLIVEIRA, D. M.; FIALHO, L. E. B.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; VACCARO, S. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 359-370, 2005.
- LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 4. ed. 2008. 672p.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução Dana Moina Vianna. Editora UFPR. 2013. 261p.

MARTÍNES-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain Forest. **Vegetatio**, v. 107/108, p. 299-318, 1993.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2007. 255 p.

MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; RIBEIRO, T. M. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Sebastião Venâncio Martins (Editor) - Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 293p.

MELLO, M. A. R.; KALKO, E. K. V.; SILVA, W. R. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 24, p. 225-228, 2008.

MENDIBURU, F de Package 'agricolae'. R package version 1.2-1 <http://cran.r-project.org/web/packages/agricolae>. 2015.

METZGER, J. P. The functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, n. 4, p. 1147-1161, 2000.

MIRANDA NETO, A.; KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. de A.; SILVA, D. A. da. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. Viçosa -MG, Brasil. **Revista Árvore**, v. 3, n. 6, p. 1035-1043, 2010.

MMA - Ministério Do Meio Ambiente. Instrução Normativa N°5, de 8 de setembro de 2009. Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente e da Reserva legal. Diário Oficial da União, 9 set. 2009.

MÔNICO, A. C. **Transferência de bancos de sementes superficiais como estratégia de enriquecimento de uma floresta em processo de restauração**. 2012. 174p. Dissertação (Mestrado) em Recursos Florestais. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. Piracicaba-SP.

MONTEIRO, K, V.; BLAUTH, N. Os estados da Mata Atlântica: Rio Grande do Sul. In: CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata atlântica - uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006. 334p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. Wiley, New York. 1974. 547 p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, p. 853-858, 2000.

NAVE, A. G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. 2005. 218 p. Tese (Doutorado) em Recursos Florestais. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba: 2005.

PEREIRA, I. M.; ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A. Banco de sementes do solo, como subsídio à recomposição de mata ciliar. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 721-730, 2010.

PICKETT, S. T. A.; PARKER, V. T.; FIEDLER, L. The new paradigm in ecology: Implications for conservation biology above the species level. In: FIEDLER, L.; JAIN, S. K. (Ed.). **Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, and management**. New York: Chapman and Hall, 1992. p. 65-68.

R DEVELOPMENT CORE TEAM **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <http://www.R-project.org>. [http://web.mit.edu/r\\_v3.0.1/fullrefman.pdf](http://web.mit.edu/r_v3.0.1/fullrefman.pdf). Acesso em: 04 nov. 2014.

REIS et al. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 244-250, mar./abr. 2010.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 509-518, abr./jun. 2014.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu, FEPAF, 2008, 340 p.

REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesq. Flor. bras.**, Colombo, n. 55, p. 67-73, jul./dez. 2007.

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

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed. Guanabara-Koogan. 2010, 546p.

RODRIGUES, A. P. D. C.; LAURA, V. A.; PEREIRA, S. R.; DEISS, C. Alelopatia de duas espécies de braquiária em sementes de três espécies de estilóides. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, 2012.

RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em área degradada. **Árvore**, Viçosa-MG, Brasil. v. 34, n. 1, p. 65-73, 2010.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2009. p. 235-247.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242-1251. 2009.

ROKICH, D. P.; DIXON, K. W.; SIVASITHAMPARAM, K.; MENEY, K. A. Topsoil Handling and Storage Effects on Woodland Restoration in Western Australia. **Restoration Ecology**. v. 8, n. 2, p. 196-208, 2000.

ROVEDDER, A. P. M. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: **Anais** [do] 64º Congresso Nacional de Botânica: botânica sempre viva [e] XXXIII ERBOT Encontro Regional de Botânicos MG, BA e ES. / organizadores João Renato Stelmann ... [et al.]. – Belo Horizonte : Sociedade Botânica do Brasil, 2013. 220p.

ROVEDDER, A. P. M.; PIAIA, B. B.; FELKER, R. M.; PIAZZA, E. M.; HUMMEL, R. B. Perspectivas da restauração ecológica de ecossistemas para o Rio Grande do Sul. In: DÖRR, A. C.; ROSSATO, M. V.; ROVEDDER, A. P. M.; PIAIA, B. B. (Org.) **Práticas e saberes em meio ambiente**. Curitiba, Appris, 2014. 360p.

SAS Institute. The SAS System for Windows. Cary: SAS Institute. 2004. SAS/STAT. User's guide - release 9.1.3 edition. Cary N. C.: SAS Institute Inc. 2004.

SCCOTI, M. S. V.; ARAUJO, M. M.; WENDLER, C. F. W.; SOLON JONAS LONGHI, S. J. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de floresta estacional decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 455-468, jul./set. 2011.

SCHLAWIN, J. R.; ZAHAWI, R. A. 'Nucleating' succession in recovering neotropical wet forests: The legacy of remnant trees. **Journal of Vegetation Science**. v. 19, n. 4, p. 485-492, 2008.

SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B.; KRÜGER, A.; PELLENS, G. C.; BUDAG, J. J.; NADOLNY, M. C. Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 49 - 58, jan./mar. 2013.

SER - SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. 2004. Science e Policy Working Group. The SER international primer on ecological restoration. Disponível em: <[http://www.ser.org/content/ecological\\_restoration\\_primer.asp](http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp)>. Acesso em: 10 de jun. 2014.

SOARES, D. Z. **Técnicas de restauração ambiental aplicadas em área antropizada de cerrado na região do Triângulo Mineiro, MG**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2012.

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 56 - 67, 2006.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. p. 128.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of Southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 91, p. 119-127, 1999.

TEKLE, K.; BEKELE, T. The role of soil seed banks in the rehabilitation of degraded hillslopes in Southern Wello, Ethiopia. **Biotropica**, n. 1, p. 23-32, 2000.

TOLEDO, R. E. B. de; DINARDO, W.; BEZUTTE, A. J.; ALVES, P. L. DA C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 60, p. 109-117, dez. 2001.

TRES, D. R.; REIS, A. Nucleação como proposta sistêmica para a restauração da conectividade da paisagem. In: TRES, D. R.; REIS, A. (Coord.). **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental: do pontual ao contexto**. Itajaí: Herbario Barbosa Rodrigues, 2009, p. 89-98a.

TRES, D. R.; REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 59-71, dez. de 2009b.

TRIOLA, M. F. **Introdução a estatística**. LTC - Livros técnicos e científicos Editora S.A. 7. ed. 1999, p. 410.

UHL, C.; CLARK, K.; MAQUIRINO, P. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. **Ecology**, v. 69, p. 751-763. 1988.

VIEIRA, N. K. **O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii* Engelm.** 2004. 83f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

YAMAMURA, K. Transformation using  $(x + 0.5)$  to stabilize the variance of populations. **Journal Researches on population ecology**. Publisher Springer Japan, v. 42, n. 3, p. 229-234, 1999.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R.G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

ZAHAWI, R. A.; HOLL, K. D.; COLE, R. J.; REID, J. L. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Journal of Applied Ecology**. v. 50, p. 88-96. 2013.

ZANINI, L.; GANADE, G. Restoration of *Araucaria* forest: the role of perches, pioneer vegetation, and soil fertility. **Restoration Ecology**. v. 13, p. 507-514, 2005.

ZHANG, Z. Q.; SHU, W. S.; LAN, C. Y.; WONG, M. H. Soil Seed Bank as an Input of Seed Source in Revegetation of Lead/Zinc Mine Tailings. **Restoration Ecology**. v. 9, n. 4, p. 378-385, 2001.

## APÊNDICE

### 1 Caracterização Morfológica do Solo

Data: 11/12/2014

Local: Área Experimental do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Caracterizado por: Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Paula Moreira Rovedder

#### ▪ Área de Deposição 1 (ADP1)



#### **Horizonte A 0 - 25 cm**

Matriz de gleização

Mosqueados - Poucos; pequenos; fraco

Raízes finas

Gramíneas

Macroptilio

Atividade biológica alta - Minhoca

Blocos angulares a subangulares - Médios a grande

Média

Ligeiramente firme

Sedosidade

Areia fina

Pouco plástico a plástico

Pouco pegajoso

Textura média

30% areia

40% silte

25% argila

COR

Mosqueados - 5YR - 6/8 e 5YR - 5/8

Matriz - 5YR - 3/1

Transição plana; abrupta

**Horizonte B 25 - 58+ cm**

Blocos subangulares - pequenos

Fraca a média

Gleização

Mosqueados de pequenos a grande

Forte e abundante

Raízes finas até 50 cm

Sedosidade

Pegajoso

Pouco plástico a plástico

Atividade biológica - baixa

40% silte

35% argila

25% areia

Pouco firme

COR

Matriz - 10YR - 6/2 e 10YR - 5/2

Mosqueados - 10YR - 3/6 e 10YR - 5/8

## Área de Deposição 2 (ADP2)



Profundidade total 73+ cm

Presença de raízes - Finas a médias em todo o perfil, poucas

Atividade biológica - Formigas

Fase campestre

Relevo plano

### **Horizonte A1 0 - 26 cm**

Textura média

Areia fina

Predomínio Sedosidade

Pouco plástico

Pouco pegajoso

Ligeiramente firme

Blocos subangulares

Pequena

Média

Transição plana e difusa

Hifas de fungos - Poucas

Presença de raízes finas a médias

Bioporos

Atividades de formigas

COR

Seca - 10YR - 2/2 e 10YR - 3/2

Úmida - 10 YR - 3/2

**Horizonte A2 26 - 43 cm**

Blocos subangulares

Pequena a média

Média

Ligeiramente firme

Presença de raízes finas a médias

Gramíneas

Poucas arbóreas

Atividade de formigas

Presença de grãos de quartzo médios

Sedosidade

Textura média

Areia fina

Pouco pegajoso

Pouco plástico

40% silte

35% areia fina

25% argila

COR

Seca - 10 YR - 2/2

Úmida 10 YR -2/1

**Horizonte B 43 - 73+ cm**

Blocos subangulares - Pequeno a médio

Média

Ligeiramente firme

Mosqueado pequeno; abundante

Presença de raízes finas escassas

Bioporos pequenos; escassos

Atividade biológica

Matriz de gleização

Sedoso

Micro agregados

Plástico

Pouco pegajoso

40% argila

40% silte

20% areia

COR

Mosqueados - 2.5YR - 4/8

Matriz - 2.5YR - 3/1