

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

Djoney Procknow

**CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO
INDICADORES ECOLÓGICOS DE RESTAURAÇÃO PARA O BIOMA
PAMPA**

Santa Maria, RS

2019

Djoney Procknow

**CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO
INDICADORES ECOLÓGICOS DE RESTAURAÇÃO PARA O BIOMA PAMPA**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Moreira Rovedder

Santa Maria, RS

2019

PROCKNOW, DJONEY

Chuva de sementes e banco de sementes do solo como indicadores ecológicos de restauração para o Bioma Pampa / DJONEY PROCKNOW.- 2019.

72 p.; 30 cm

Orientadora: Ana Paula Moreira Rovedder

Coorientadores: Alexandre Swaroski, Catize Brandelero
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2019

1. Mecanismos de regeneração 2. Plantio em núcleos 3. Restauração passiva 4. Síndrome de dispersão 5. Forma de vida I. Moreira Rovedder, Ana Paula II. Swaroski, Alexandre III. Brandelero, Catize IV. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2019

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

Endereço: Rua Lamartine Babo, n. 560, apto: 301, bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97105-230. E-mail: djoneyprocknow@gmail.com

Djoney Procknow

**CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO
INDICADORES ECOLÓGICOS DE RESTAURAÇÃO PARA O BIOMA PAMPA**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola.**

Aprovado em 21 de fevereiro de 2019:

Ana Paula Moreira Rovedder, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Adalberto Koiti Miura, Dr. (EMBRAPA)

Ana Cláudia Bentancor Araujo, Dra. (IFFar/Alegrete)

Santa Maria, RS

2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Juliane Janice Procknow e Júlio César Prass Procknow, ao meu irmão Mikael Procknow e a minha avó Claci Prass Procknow, por todo amor, carinho e suporte nesta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a uma força superior que nos rege e nos ilumina diariamente, fazendo com que possamos evoluir constantemente, força esta, chamada de Deus, juntamente com toda a sua conjuntura do plano espiritual.

Aos meus pais, Júlio e Juliane Procknow pela educação, amor, carinho e suporte. Sou grato a vocês por quem me tornei. Ao meu irmão Mikael Procknow pelo amor que transmite e por demonstrar-me o quanto um irmão é essencial e gratificante na vida.

Aos meus avós maternos, Norberto e Nelcinda Eickstaedt e minha avó paterna Claci Prass Procknow pela base, vocês são os pilares da minha geração. Gratidão por me proporcionarem a sustentação da vida. A todos os familiares restantes que torceram e me ajudaram de alguma forma, gratidão!

À minha segunda família, Neiva, Mônica e Marla Leite por sempre estarem comigo, torcendo e vibrando por mim. Gratidão por esta linda e grandiosa amizade construída desde berço e que vai muito além do que imaginamos.

À minha orientadora e amiga, professora Dr^a. Ana Paula Moreira Rovedder por todo apoio me dado, tanto no projeto em que se originou esta dissertação, quanto em assuntos pessoais, os quais não mediu esforços para me auxiliar. Deixo aqui registrado a minha gratidão e os mais belos e sinceros desejos.

Aos integrantes do NEPRADE (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Áreas Degradadas), Maureen, Betina, Rodrigo, Jhonitan, Roselene, Fabiane, Patrícia, José, Aline, Matheus, Rafaela e Frederico, pelo companheirismo e ajuda prestada na coleta dos dados, triagem e identificação das sementes e plântulas. E também aos ex integrantes, Marcela e Lucas.

Aos meus amigos, Denise Gazzana, Jéssica P. Croda, Andressa Bammesberger e Samara Lazarotto por estarem sempre comigo, me auxiliando sempre que possível e por me mostrarem o quão uma amizade verdadeira é essencial na vida de um ser humano e que por mais que o tempo passe, a amizade só vem a fortalecer. Agradeço imensamente a Bruna B. Piaia pela amizade, companheirismo e ajuda no projeto indicadores, este trabalho é um esforço de ambos, obrigado por estar sempre comigo também.

Ao Professor do departamento de zootecnia Fernando Quadros e ao doutorando Fernando Furquim pela ajuda na identificação das espécies do banco de sementes do solo.

À ex-orientadora, amiga e professora Márcia d'Avilla por me auxiliar sempre que possível. Gratidão.

À Adreane Tiemann (Kika) e a Maristela Boni Fitareli por demonstrarem e transmitirem os seus conhecimentos a mim sobre a sistematização da vida, como a vida é bela e como ela deve ser vivida. Gratidão minhas queridas! Neste mesmo contexto agradeço a Rosane Lima Pereira por sempre me acompanhar e me mostrar o melhor caminho a ser seguido.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola.

À Fundação Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo.

À banca examinadora deste trabalho, Prof^a. Dr^a Ana Cláudia Bentancor Araujo e ao Dr. Aldaberto Miura pela disponibilidade e contribuição.

À empresa CMPC Celulose Riograndense pela parceria científica e pelo auxílio financeiro ao projeto.

Por fim, agradeço imensamente a todos e a todas que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui. Sei que o aprendizado é constante e que necessitamos uns dos outros para evoluirmos nesta grande e linda jornada, chamada, vida.

Gratidão!

*“Cada pessoa é aquilo que crê,
Fala o que gosta,
Retém o que procura,
Ensina o que aprende,
Tem o que dá e
Vale o que faz”.*

(Francisco Cândido Xavier)

RESUMO

CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO INDICADORES DE RESTAURAÇÃO NO BIOMA PAMPA

AUTOR: Djoney Procknow

ORIENTADORA: Ana Paula Moreira Rovedder

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar a chuva de sementes e o banco de sementes do solo como indicadores ecológicos em diferentes estratégias de restauração em Área de Preservação Permanente no Bioma Pampa. O estudo foi realizado no município de Caçapava do Sul, RS, em quatro diferentes áreas: 1) área sob restauração ativa com plantio em núcleos, 2) restauração passiva, 3) plantio comercial de eucalipto e 4) mata nativa. Para analisar a chuva de semente implantou-se aleatoriamente em cada área dez coletores permanentes de 1 m² cada, suspensos a 1 metro da superfície do solo. As coletas foram mensais por um período de doze meses. A avaliação do número de sementes amostradas foi realizada pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). A chuva de semente foi avaliada pelo número de morfoespécies, indivíduos, riqueza de Margalef, equitabilidade de Pielou e diversidade de Shannon. A similaridade florística foi analisada por meio da similaridade de Jaccard. A composição de espécies e a síndrome de dispersão de cada área estudada, foram analisadas por meio da análise de correspondência segmentada (DCA). O banco de sementes do solo foi coletado uma única vez, com um gabarito de 0,25 cm x 0,25 cm a uma profundidade de 5 cm do solo, em cada área foram coletadas dez amostras aleatórias. As amostras foram colocadas em bandejas de plástico, alocadas aleatoriamente em bancadas para germinação em casa de sombra. A avaliação do banco de semente foi feita trimestralmente por um período de doze meses. Avaliou-se a quantidade de sementes germinadas e a síndrome de dispersão por meio do teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Calculou-se também o índice de diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e similaridade florística pelo índice de Jaccard. O total de sementes amostradas na chuva de semente foi de 239.888 e no banco de sementes do solo foram 1.937 sementes germinadas. A maior quantidade de sementes aportadas na chuva de semente foi na área de restauração passiva (190.249), sendo a espécie *Baccharis dracunculifolia* DC. a mais representativa (98,41% das sementes amostradas). No banco de sementes as famílias com maior riqueza foram: Poaceae e Cyperaceae. O banco de sementes do solo apresentou predominância de herbáceas. Na chuva de semente, a área de restauração passiva correlacionou-se em maior grau com a síndrome de dispersão anemocórica. Na chuva de sementes, a similaridade florística pelo índice de Jaccard foi maior entre as áreas de restauração ativa e a mata nativa, o banco de sementes do solo, apresentou uma maior similaridade entre a área de restauração ativa e restauração passiva. Os indicadores avaliados foram eficientes para expressar as condições dos mecanismos de regeneração na região do estudo.

Palavras-chave: Mecanismos de regeneração. Plantio em núcleos. Restauração passiva. Síndrome de dispersão. Forma de vida.

ABSTRACT

SEED RAIN AND SOIL SEED BANK AS INDICATORS OF RESTORATION IN PAMPA BIOME

AUTHOR: Djoney Procknow
ADVIDOR: Ana Paula Moreira Rovedder

The general aim of this study was to evaluate seed rain and soil seed bank as ecological indicators in different restoration strategies in Permanent Preservation Areas in Pampa Biome. The study was carried out in Caçapava do Sul, RS, in four different sites: 1) area under active restoration with applied nucleation, 2) passive restoration, 3) eucalyptus commercial plantation, and 4) reference site (seasonal forest). To analyze the seed rain, ten permanent collectors of 1 m² and 1 m in height were randomly implanted in each area. We collected seed rain monthly for twelve months. The evaluation of the number of seeds was performed by Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). We evaluated diversity of seed rain by the morphospecies number, number of individuals, Margalef morphospecies richness, Pielou equitability and Shannon diversity. We analyzed floristic similarity by Jaccard's similarity. We analyzed species composition and dispersion syndrome of each studied site through segmented correspondence analysis (DCA). We collected soil seed bank once, with a template of 0.25 cm x 0.25 cm at a depth of 5 cm from the soil surface. We collected ten random samples in each site. The samples were placed in plastic trays, randomly allocated on benches for germination in a shade house. We assessed soil seed bank quarterly for a period of twelve months. The number of germinated seeds and the dispersion syndrome were evaluated by Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). We also calculated diversity index of Shannon, Pielou equitability and floristic similarity by the Jaccard index. The total number of seeds sampled in the seed rain was 239,888 and in the soil seed bank 1937 seeds germinated. The highest amount of seeds observed in seed rain was in the passive restoration site (190,249), *Baccharis dracunculifolia* DC. was the most representative species (98.41% of the seeds sampled). In the seed bank, the families with the greatest richness were Poaceae and Cyperaceae. The soil seed bank showed herbaceous predominance. In the seed rain, the area of passive restoration correlated to a greater degree with the anemocoric dispersion syndrome. In the seed rain, floristic similarity by the Jaccard index was higher between the active restoration areas and the native forest, the soil seed bank, presented a greater similarity between the active restoration area and passive restoration. The indicators evaluated were efficient to express the conditions of the regeneration mechanisms in the study region.

Keywords: Regeneration mechanisms. Applied nucleation. Passive restoration. Dispersion syndrome. Life form.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I

Figura 1 – Localização do município de Caçapava do Sul, RS.....	26
Figura 2 – Área de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.....	28
Figura 3 – Coletor permanente para a coleta de chuva de semente.....	28
Figura 4 – Número total de sementes da chuva de semente amostrados em cada mês de coleta referente as quatro áreas de estudo.....	30
Figura 5 – Número de semente da chuva de sementes em cada mês de coleta por área.....	31
Figura 6 – Quantidade de sementes em cada área de estudo no período de 12 meses.....	35
Figura 7 – Quantidade de sementes por síndrome de dispersão nas quatro áreas no período de 12 meses de coleta no município de Caçapava do Sul, RS.....	37
Figura 8 - Análise de correspondência retificada com base nas quatro áreas e na síndrome de dispersão das sementes amostradas.....	38
Figura 9 – Dendrograma de similaridade florística pelo índice de Jaccard.....	41
Figura 10 – Diagrama de ordenação dos resultados da análise de correspondência retificada, demonstrando a disposição das áreas em relação as morfoespécies.....	43

ARTIGO II

Figura 1 – Localização do município de Caçapava do Sul, RS.....	51
Figura 2 – Área de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.....	53
Figura 3 – Coleta do banco de sementes do solo com uso de gabarito e pá de corte	54
Figura 4 – Armazenamento do banco de sementes do solo em bandejas plásticas em casa de sombra no departamento de solos da UFSM.....	54
Figura 5 – Famílias botânicas presentes no banco de sementes do solo nas áreas de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.....	56
Figura 6 – Distribuição das espécies do banco de sementes do solo pela forma de vida.....	61

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

Tabela 1 – Representação, descrição e características das áreas de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.....	27
Tabela 2 – Lista de famílias, espécies, quantidade e síndrome de dispersão da chuva de semente em cada área.....	32
Tabela 3 – Análise não paramétrica de Kruskal-Wallis do número de sementes coletadas em cada área.....	35
Tabela 4 – Índice de diversidade, riqueza e equitabilidade de Pielou da chuva de semente.....	39

ARTIGO II

Tabela 1 - Representação, descrição e características das áreas de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.....	52
Tabela 2 – Lista de famílias, espécies, quantidade de sementes germinadas, forma de vida e síndrome de dispersão do banco de sementes do solo.....	57
Tabela 3 – Número de sementes germinadas no banco de sementes do solo em relação à síndrome de dispersão no município de Caçapava do Sul, RS.....	62
Tabela 4 – Índice de diversidade das amostras do banco de sementes do solo.....	63
Tabela 5 – Matriz de similaridade florística pelo método de Jaccard para o banco de semente do solo.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS

UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
APP	Área de Preservação Permanente
RL	Reserva Legal
NEPRADE	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Áreas Degradadas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 BIOMA PAMPA	18
3.2 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	19
3.3 MONITORAMENTO DE INDICADORES ECOLÓGICOS	20
3.4 CHUVA E BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO INDICADORES ECOLÓGICOS	21
4 ARTIGO I – CHUVA DE SEMENTES COMO INDICADOR ECOLÓGICO DE RESTAURAÇÃO NO BIOMA PAMPA	23
5 ARTIGO II – BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO INDICADOR DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO BIOMA PAMPA	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido mundialmente por suas extensas áreas de florestas tropicais, porém a cobertura vegetal natural do país também é constituída por formações vegetais abertas (OVERBECK et al., 2015).

O Bioma Pampa estende-se por boa parte no estado do Rio Grande do Sul, distribuindo-se também pela Argentina e Uruguai (MARCHI et al., 2017). O Bioma está ligado diretamente as atividades pecuárias e agrícolas, estando fortemente associado à tendência de expansão tanto de monocultivos agrícolas, quanto silviculturais (BENCKE, 2009). A conversão de áreas nativas em lavouras, silvicultura ou pastagens cultivadas, envolve a supressão da cobertura vegetal nativa (PILLAR; DADALT, 2015). Diversas áreas do Pampa, atualmente encontram-se degradadas (VIEIRA; OVERBECK, 2015).

A recomposição da vegetação natural suprimida está prevista na Lei nº 12.651 de 2012 (lei da proteção da vegetação nativa) tanto para Áreas de Preservação Permanente (APP), quanto para Reserva Legal (RL). Aliada a isso, a restauração ecológica vêm ganhando escala de visibilidade em auxiliar com técnicas eficazes e economicamente viáveis à recomposição da vegetação natural. Entende-se por restauração ecológica, a intervenção humana intencional em ecossistemas alterados ou degradados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica (DECRETO 8.972 de 2017).

Nesse sentido, técnicas são utilizadas para acelerar o processo de restauração de um ecossistema ou evitar a extinção de espécies animais e vegetais de um ambiente (PINARRODRIGUES; AOKI, 2014). Entre as técnicas pode-se citar o plantio em núcleos, que consiste na formação de pequenos núcleos de mudas plantadas adensadamente. Geralmente, as espécies plantadas apresentam precocidade para florir e frutificar, de forma a atrair polinizadores, predadores, dispersores e decompositores (REIS et al., 1999), com a expectativa de expansão e que se aglutinem com o tempo (REID et al., 2015).

Para que os objetivos dos projetos de restauração sejam alcançados, é importante monitorar a evolução dos fatores bióticos e abióticos ao longo do tempo. O monitoramento é efetuado por meio de indicadores ecológicos. Estes devem ser variáveis de fácil medição que sejam capazes de caracterizar, distinguir e avaliar processos que estejam ocorrendo nos projetos de restauração (LIMA et al., 2015).

A escolha de indicadores eficientes é chave para o sucesso global de qualquer programa de monitoramento e deve ser feita com base em critérios consistentes com as mudanças no

sistema (ANDREASEN et al. 2001). Entretanto, a escolha de bons indicadores ecológicos é um desafio na avaliação do processo de restauração (SUDING, 2011).

A literatura aponta diversos indicadores ecológicos, entre eles a chuva de sementes e o banco de semente do solo. Segundo Martins (2015), a chuva de sementes pode ser considerada fator limitante para a regeneração de ecossistemas degradados, sendo que por meio desta, novos indivíduos e espécies surgirão. O banco de sementes do solo é um forte indicativo da capacidade de resiliência de um ecossistema degradado.

O presente trabalho está estruturado na forma de dois artigos, em que, o primeiro aborda a chuva de sementes e o segundo artigo o banco de sementes do solo, ambos como indicadores ecológicos no Bioma Pampa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo geral avaliar a chuva de sementes e o banco de sementes do solo como indicadores ecológicos em diferentes estratégias de restauração da floresta estacional na Serra do Sudeste, Bioma Pampa.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o aporte e a diversidade da chuva de sementes da floresta estacional semi-decidual, comparando diferentes estratégias de restauração e de uso do solo;
- Comparar o potencial de regeneração natural de área em restauração passiva e ativa com plantio em núcleos e de área de floresta nativa e de plantio comercial de eucalipto por meio do banco de sementes do solo, em Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul;
- Avaliar a síndrome de dispersão por meio da chuva de sementes e do banco de sementes do solo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BIOMA PAMPA

O Bioma Pampa, possui uma extensão de área de 176.496 km², correspondendo cerca de 2% do território nacional e 63% do estado do Rio Grande do Sul. A sua distribuição estende-se restritamente ao estado do Rio Grande do Sul no Brasil e também pela Argentina e Uruguai (IBGE, 2004).

O Pampa apresenta várias fisionomias, com diferentes composições florísticas, principalmente influenciadas por características geomorfológicas, além das climáticas e relacionadas ao manejo e uso do solo. A vegetação campestre é predominante no Pampa, entretanto, também ocorrem formações florestais (OVERBECK et al., 2015). Uma vegetação em forma de mosaico (campo-floresta) pode ser encontrado em algumas regiões (BEHLING et al., 2009). Áreas com vegetação florestal mais contínua na paisagem pampeana se restringem às regiões geomorfológicas da Encosta do Sudeste (Serra do Sudeste) e da Depressão Central (GUARINO et al., 2018).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2018), o Bioma exibe um imenso patrimônio cultural associado à biodiversidade e por ser um conjunto de ecossistemas muito antigo, apresenta flora e fauna próprias e grande biodiversidade. A biodiversidade do Pampa tem sido ameaçada pela progressiva introdução e expansão de monoculturas, pastagens com espécies exóticas (AMARAL et al., 2016), espécies florestais exóticas (ECHER et al., 2015) além da criação extensiva de gado (MARCHI et al., 2017). Entretanto, esses fatores vem diminuindo drasticamente a cobertura vegetal, resultando na fragmentação do bioma, onde a biota nativa permanece isolada em ilhas de habitat separadas por paisagens degradadas (MARCHI et al. 2017).

Segundo o Centro de Sensoriamento Remoto (CSR/IBAMA, 2010), no ano de 2008, a estimativa da vegetação remanescente natural do Bioma Pampa era de apenas 36,03% e a vegetação suprimida era de 53,98%. Segundo Vieira e Overbeck (2015), diversas áreas naturais do Pampa encontram-se degradadas, dependendo dos fatores de degradação, medidas ativas de restauração ecológica devem ser adotadas.

3.2 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Restauração ecológica é a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION, 2004).

Ao se restaurar um ecossistema é necessário ter um objetivo de onde se quer chegar, e para isso, utiliza-se o conceito de ecossistemas de referência, por sua vez definido como um ecossistema ou um conjunto de ecossistemas da mesma região ecológica da área a ser restaurada e do mesmo tipo fitogeográfico (BRANCALION et al., 2015).

Nesse contexto, destaca-se que entre os princípios propostos pela SER (2004), um ecossistema restaurado deve conter: espécies que ocorrem no ecossistema de referência; o ecossistema restaurado é suficientemente resiliente para suportar eventos normais de estresse do ambiente e, um ecossistema restaurado deve ser autossustentável na mesma medida que seu ecossistema de referência, no entanto aspectos de sua biodiversidade, estrutura e funcionamento podem mudar em resposta a estresses do ambiente.

A definição da resiliência (ou potencial de autorrecuperação) pode ser entendida como a capacidade de um sistema para manter seus processos ecológicos, mesmo quando sob perturbação (WALKER et al., 2004). Frente a isso, Moraes et al., (2010), afirma que a restauração de ecossistemas degradados deve visar o estabelecimento de processos ecológicos (funções do ecossistema) e o aumento na diversidade de organismos (estrutura) a partir da aceleração da sucessão secundária, conferindo a esses sistemas implantados uma maior estabilidade.

Um ecossistema restaurado nunca será idêntico ao de referência e muito menos ao que existia no local antes da degradação, ele deverá ser apenas semelhante a um ecossistema de referência com o qual ele pode ser comparado, mas não só de fisionomia, como também na composição, na estrutura e no funcionamento (BRANCALION et al., 2015).

Diversos métodos de restauração de áreas degradadas vêm sendo desenvolvidos, testados, adaptados e aperfeiçoados, visando eficiência aliada a baixos custos de implantação (SOUZA et al., 2014). Entre os métodos, pode-se citar as técnicas de nucleação, transposição da serapilheira, plantio de árvores nativas em núcleos, poleiros artificiais (REIS et al., 2010) e também a regeneração natural (CHAZDON, 2016).

O plantio de espécies nativas em núcleos, segundo Kageyama e Gandara (2000), consiste na formação de pequenas ilhas onde são colocadas plantas de distintas formas de vida (ervas, arbustos, lianas e árvores), geralmente com precocidade para florir e frutificar de forma a atrair predadores, polinizadores, dispersores e decompositores para os núcleos formados. A técnica cria pequenas manchas florestais com alta diversidade, fazendo com que, no decorrer do tempo, esses núcleos irradiem para toda a extensão da área (YARRANTON; MORRISON, 1974).

Nesta estratégia são priorizadas espécies-chave que atuarão como facilitadoras, melhorando as condições de microclima para o desenvolvimento de espécies secundárias e para a chegada de novas formas de vida ao sistema (MARTINS, 2012). Diversos estudos com plantio em núcleos para a restauração ecológica comprovam o aumento da chuva de semente e o estabelecimento de plântulas, acelerando o processo sucessional (ZAHAWI; AUGSPURGER, 2006; CORBIN; HOLL, 2012; REID et al., 2015).

3.3 MONITORAMENTO DE INDICADORES ECOLÓGICOS

A possibilidade de um ecossistema restaurado igualar ou pelo menos aproximar-se de um ecossistema de referência só pode ser avaliada mediante monitoramento por meio de indicadores ecológicos (DARONCO et al., 2013). Durigan (2011), titula monitoramento como uma avaliação de um projeto de restauração em diferentes momentos, podendo dessa forma corrigir o rumo, caso a trajetória estiver em uma situação indesejada.

O monitoramento não é uma etapa separada da restauração, ele é uma decorrência das etapas anteriores. Começa a ser definido já durante a diagnose, quando começa-se a se ter atenção para os aspectos mais críticos do ecossistema a ser restaurado (RODRIGUES, 2013).

O tempo ideal de monitoramento ainda é uma incógnita, pois de acordo com Rodrigues (2013), está intrinsecamente ligado ao tempo esperado para a restauração do ecossistema. Durigan (2011), exemplifica alguns períodos de tempo de monitoramento, em que alguns indicadores devem ser monitorados por até 10 anos.

O monitoramento requer esquemas bem desenhados com métodos de amostragem econômicos e precisão aceitável, com o objetivo final de apoiar o gerenciamento sustentável dos recursos florestais e seus serviços ecossistêmicos (MARCHI et al., 2017). Para ocorrer a avaliação são necessárias ferramentas, as quais são denominadas tecnicamente de indicadores/indicadores ecológicos (DURIGAN, 2011).

Dale e Beyeler (2001) definem indicadores ecológicos, como aqueles que podem ser usados para avaliar a condição do meio ambiente ou monitorar tendências em condições ao longo do tempo. Podem fornecer um sinal de alerta precoce de mudanças no ambiente e podem ser usados para diagnosticar a causa de um problema ambiental. Contudo, o objetivo da restauração influencia a escolha dos indicadores ecológicos.

Há dois diferentes tipos de indicadores, os qualitativos e os quantitativos. Os qualitativos são aqueles obtidos de forma não mensurável, com base nas observações e julgamento do observador, por exemplo, a ocorrência de processos erosivos, onde pode ser categorizada em escalas de alta, média ou baixa intensidade a partir da observação visual da área pelo avaliador. Já os indicadores quantitativos se valem da mensuração de determinados parâmetros descritos da área em processo de restauração, tal como, altura média dos indivíduos, densidade de indivíduos regenerantes, riqueza e diversidade de espécies, mortalidade, entre outros (BRANCALION et al., 2015).

Indicadores ecológicos podem ser classificados de acordo com três atributos ecossistêmicos: composição, estrutura e função. A composição inclui variáveis relacionadas à diversidade e abundância da flora e fauna. A estrutura está relacionada a variáveis como diâmetro, altura, cobertura vegetal e fechamento de dossel. E a função relaciona-se a todos os indicadores que medem direta ou indiretamente processos e funções dos ecossistemas, como por exemplo armazenamento de carbono (SAAVEDRA et al., 2017).

O monitoramento da evolução das comunidades requer bons indicadores ecológicos, o que continua sendo um desafio na avaliação dos resultados das intervenções de restauração (SUDING, 2011). Neste contexto, Durigan e Engel (2015), destacam que o ideal é encontrar indicadores simples e que funcionem como representantes ou substitutos de um conjunto de atributos do ecossistema. Bons indicadores ecológicos precisam capturar as complexidades do ecossistema, enquanto permanecem simples o suficiente para serem monitorados de forma fácil e rotineira (DALE; BEYELER, 2001).

3.4 CHUVA E BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO INDICADORES ECOLÓGICOS

A chuva de sementes pode ser entendida como a entrada de sementes em um ambiente durante um determinado período de tempo (HARDESTY; PARKER, 2002), essa entrada se dá por meio de diferentes formas de dispersão (PIÑA-RODRIGUES; AOKI, 2014).

O conjunto de processos pelos quais sementes e frutos são dispersos ou transportados, à maior ou menor distância da planta-mãe, é definido como síndrome de dispersão

(STEFANELLO et al., 2009). Entre as síndromes de dispersão, pode-se citar: Anemocoria (dispersão pelo vento); Zoocoria (dispersão por animais) e Autocoria (dispersão pela própria planta) (VAN DER PIJL, 1982).

A chuva é influenciada principalmente pela composição florística, estrutura da vegetação e atividade de agentes dispersores de sementes (BARBOSA et al., 2012) e é considerada a fase inicial na organização da dinâmica de florestas (HARDESTY; PARKER, 2002). Portanto, a ausência de fontes de sementes, a baixa reprodução das plantas, a baixa atividade de agentes dispersores de sementes e ambientes limitantes a entrada de propágulos resultam em baixo fluxo de sementes nas comunidades vegetais (BATTILANI, 2010).

A chuva de sementes é um importante recurso para o surgimento de novos indivíduos e espécies nas comunidades vegetais (BRAGA et al., 2015). A chuva de sementes influencia fortemente a dinâmica de uma floresta, pois renova o banco de sementes do solo (SOUZA et al., 2014).

O banco de sementes do solo pode ser caracterizado como o reservatório de sementes presentes no solo de uma determinada área (SIMPSON et al., 1989). É considerado um sistema dinâmico, com entradas e saídas. As entradas ocorrem via chuva de sementes, resultado de eficientes mecanismos de dispersão, e as saídas, por meio da germinação, predação e deterioração ou morte das sementes (MESQUITA et al., 2014).

O banco de semente representa um dos componentes mais importantes no processo de regeneração natural em áreas degradadas devido a sua caracterização (riqueza e abundância de espécies) (CALEGARI et al., 2013). Através da sua avaliação é possível prever a composição inicial da vegetação na área após ocorrência de um distúrbio (BAIDER et al., 2001), ou seja, a sua resiliência (CALEGARI et al., 2013). O banco é composto principalmente por sementes de espécies pioneiras responsáveis pela regeneração após perturbações (NETO et al., 2017).

A chuva e o banco de sementes do solo expressam a dinâmica natural da vegetação tornando-se assim, indicadores do potencial de resiliência de determinado ecossistema. A avaliação do potencial de regeneração natural fornece informações de grande importância para a tomada de decisões sobre as ações mais adequadas na restauração ecológica de uma área degradada (TRES et al., 2007).

4 ARTIGO I – CHUVA DE SEMENTES COMO INDICADOR ECOLÓGICO DE RESTAURAÇÃO NO BIOMA PAMPA

Resumo

O presente estudo objetivou avaliar a chuva de sementes em Área de Preservação Permanente de formação florestal na região da Serra do Sudeste, Bioma Pampa. Foram selecionadas quatro áreas de estudo: restauração ativa (plantio em núcleos), restauração passiva, plantio comercial de eucalipto e mata nativa (floresta estacional). Foram instalados em cada área, dez coletores permanentes de 1 m² cada, suspensos a 1 metro acima da superfície do solo. As coletas foram feitas mensalmente durante doze meses. As variáveis analisadas foram: número de morfoespécies, indivíduos, riqueza de Margalef, equitabilidade de Pielou e diversidade de Shannon. A similaridade florística foi analisada por meio da similaridade de Jaccard. A avaliação das sementes amostradas procedeu-se pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). A diversidade da chuva de semente foi efetuada a partir da composição de espécies e a síndrome de dispersão de cada área estudada, foram analisadas por meio da análise de correspondência segmentada (DCA). O total de sementes amostradas entre as coletas (dezembro de 2017 a novembro de 2018) foi de 239.988, distribuídas em 116 morfoespécies. Dessas, 25 foram identificadas em nível de espécie, distribuídas em 19 famílias. Entre as áreas estudadas, a área com restauração passiva apresentou a maior quantidade de sementes amostradas, 190.249, sendo a espécie *Baccharis dracunculifolia* DC. a mais representativa (98,41% das sementes amostradas). Estatisticamente houve diferença na quantidade de sementes amostradas entre as áreas. A área sob restauração ativa não diferiu estatisticamente da mata nativa, entretanto as áreas sob restauração passiva e de plantio comercial de eucalipto apresentam diferença significativa no número de sementes coletadas. As sementes amostradas nas áreas de estudo estão relacionadas em maior proporção com a síndrome de dispersão anemocórica, que está correlacionada em maior grau com a área de restauração passiva, fato este que pode ser explicado pela alta representatividade de semente da espécie *B. dracunculifolia*. A mata nativa apresentou maior número de morfoespécies e maior diversidade de espécies, seguido pela área de restauração ativa. A similaridade florística por meio do índice de Jaccard apresentou uma maior similaridade entre a mata nativa e a restauração ativa. O plantio em núcleos tem sido eficiente para incrementar a chuva de sementes. Tornando a chuva de sementes um bom indicador ecológico para as condições do estudo.

Palavras-chave: Nucleação. Restauração passiva. Morfoespécies. Síndrome de dispersão.

SEED RAIN AS AN ECOLOGICAL INDICATOR OF RESTORATION IN PAMPA BIOMA

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the seed rain in the Permanent Preservation Area of forest formation in Serra do Sudeste, Bioma Pampa. We selected four study areas, under active restoration with applied nucleation, passive restoration, eucalyptus commercial plantation and native forest. We installed ten permanent collectors of 1 m² each, suspended 1 meter above the soil surface, in each area. We collected seed rain monthly for a period of twelve months. The evaluation of the seeds sampled was performed by the Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). We assess diversity of seed rain by the number of morphospecies, individuals, Margalef morphospecies richness, Pielou equitability and Shannon diversity. We analyzed floristic similarity by Jaccard's similarity. We analysed species composition and dispersion syndrome of each studied site by segmented correspondence analysis (DCA). The total number of seeds sampled between the collections (December 2017 to November 2018) was 239,988, distributed in 116 morphospecies. Were identified 25 at the species level, distributed in 19 families. Among the studied sites, the site with passive restoration presented the largest number of seeds sampled, 190,249, *Baccharis dracunculifolia* DC. was the most representative species (98.41% of the seeds sampled). Statistically there was a difference in the number of seeds sampled between the sites. Under active restoration site did not differ statistically from the reference site, however the sites under passive restoration and commercial eucalyptus plantation show a significant difference in the number of seeds collected. The seeds sampled in the study sites are related in greater proportion to the anemocoric dispersion syndrome, which is correlated to a greater degree with the area of passive restoration, a fact that can be explained by the high representativity of seed of the species *B. dracunculifolia*. The native forest presented a higher number of morphospecies and greater diversity of species, followed by the active restoration area. The floristic similarity by Jaccard index presented a greater similarity between the native forest and the active restoration site. There is an indication of effectiveness of the applied nucleation technique. Making seed rain a good ecological indicator for the study conditions.

Keywords: Applied nucleation. Passive restoration. Morphospecies. Dispersion syndrome.

INTRODUÇÃO

O Bioma Pampa é formado por ecossistemas com alta diversidade de espécies, garantindo dessa forma importantes serviços ambientais, como a conservação de recursos hídricos, disponibilidade de polinizadores e o provimento de recursos genéticos. Entretanto nas últimas décadas, cerca da metade da superfície original foi transformada em outros tipos de cobertura vegetal (PILLAR et al., 2009).

O avanço das culturas, a intensificação do manejo, a exploração nos ecossistemas nativos e a invasão por espécies exóticas, inclusive em áreas de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP), representam desafios à conservação da biodiversidade e à preservação de serviços ecossistêmicos no Bioma Pampa (GUARINO et al., 2018).

A necessidade de restauração é evidente no Pampa, tanto em ambientes campestres quanto florestais. Nesse sentido, técnicas que visem a restauração ambiental têm sido implementadas, bem como estudadas, para aprimorá-las tanto tecnicamente quanto na otimização dos custos (ROVEDDER et al., 2014).

Nesse contexto, para o sucesso dos projetos de restauração em fisionomias florestais no Bioma Pampa, algumas recomendações são propostas, entre elas, a necessidade de atividades de pesquisas e do monitoramento dos processos determinantes para o sucesso dos projetos (ROVEDDER et al., 2018). Para a etapa de monitoramento faz-se necessário o uso de variáveis, as quais são denominadas tecnicamente como indicadores ecológicos (DURIGAN, 2011). O ideal é encontrar indicadores simples e que funcionem como representantes de um conjunto de atributos do ecossistema (DURIGAN; ENGEL, 2015).

Um dos indicadores ecológicos da capacidade de regeneração e de estabelecimento das populações vegetais é a chuva de sementes, uma vez que expressa a dinâmica natural da vegetação, tornando-se um indicador do potencial de resiliência (TRES et al., 2007). A chuva de sementes pode ser considerada como o conjunto de propágulos provenientes da vegetação externa (alóctones) e/ou da própria área (autóctones) (CAMPOS et al., 2009), os quais chegam às áreas por meio de diferentes formas de dispersão, sendo as principais: zoocórica (animais frugívoros), anemocórica (vento) e autocórica (dispersão por características mecânicas de abertura dos frutos) (PIÑA-RODRIGUES; AOKI, 2014).

O processo de dispersão de sementes no meio ambiente significa à ligação da última fase reprodutiva da planta com a primeira fase do recrutamento de nova população (GALETTI et al., 2003). Com isso, a chuva de sementes é uma importante ferramenta que possibilita obter informações sobre a composição de espécies, disponibilidade de sementes e diversidade, sendo

essenciais para o monitoramento de áreas em processo de restauração (PIÑA-RODRIGUES; AOKI, 2014).

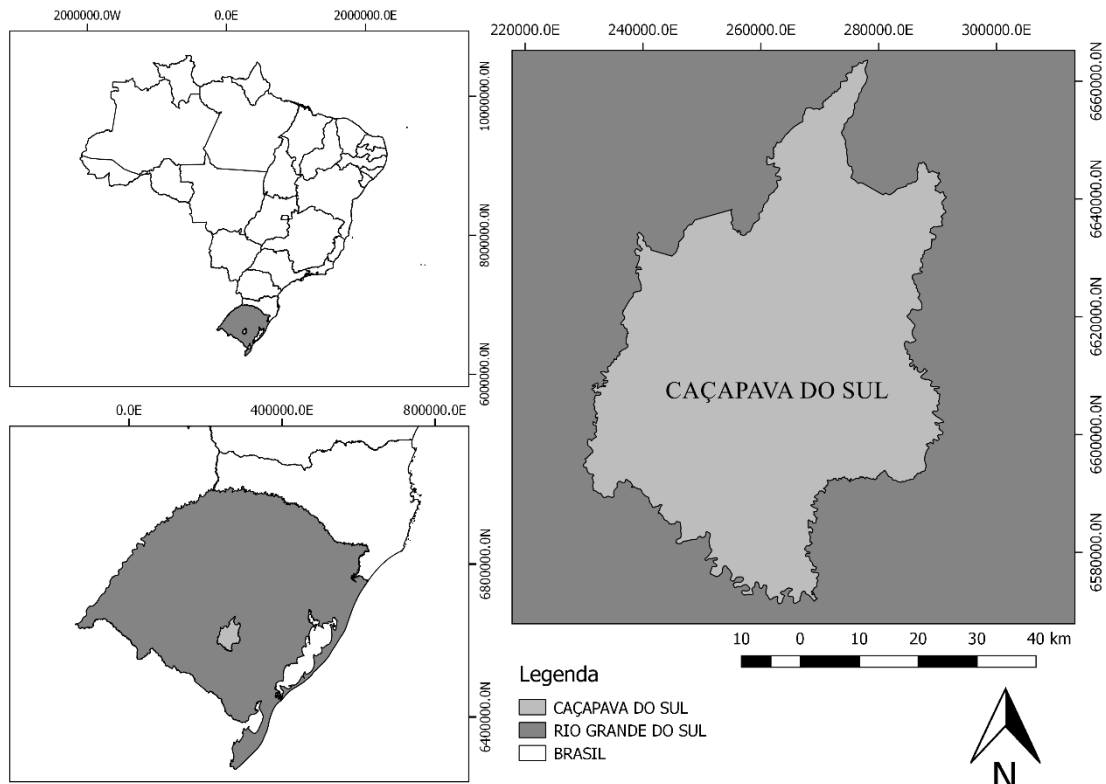
Com base nisso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a chuva de sementes em Área de Preservação Permanente de formação florestal na região da Serra do Sudeste, Bioma Pampa. A hipótese da presente pesquisa é que a chuva de sementes é um bom indicador ecológico para avaliar a restauração passiva e por plantio em núcleos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul (RS), (Figura 1), pertencente a empresa CMPC Celulose Riograndense, denominado horto “Arroio Divisa”.

Figura 1 - Localização do município de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul.



Fonte: Autor

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida, a temperatura média anual é de 18,1°C

(ALVARES, et al., 2013). A precipitação média anual é de 133,75 mm, sendo que setembro foi o mês com maior precipitação no ano de 2018 (INMET, 2018).

O município de Caçapava do Sul, RS, está inserido no Bioma Pampa, na região da Serra do Sudeste, também chamada de Escudo Rio-Grandense (SEMA, 2001). O solo é classificado como Neossolo Regolítico, ocupando um relevo ondulado a forte ondulado, associado a afloramentos de rocha (STRECK et al, 2008).

A vegetação da região é composta por campos limpos nas coxilhas e altos das serras, campos sujos nas partes planas e úmidas, estando em conexão com vassourais. Há também formações florestais, capões e matas (IBGE 1996; SEMA, 2001; OVERBACK 2015).

Para a realização deste estudo, foram selecionadas quatro áreas, três definidas como APP (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1 – Tratamento e características das áreas de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.

Áreas	Tratamento	Características		
		Hectares	Idade	APP
Área 1	Restauração ativa	0,5	07 anos	X
Área 2	Restauração passiva	0,5	12 anos	X
Área 3	Plantio comercial de Eucalipto	-	03 anos	
Área 4	Mata nativa	24,0	-	X

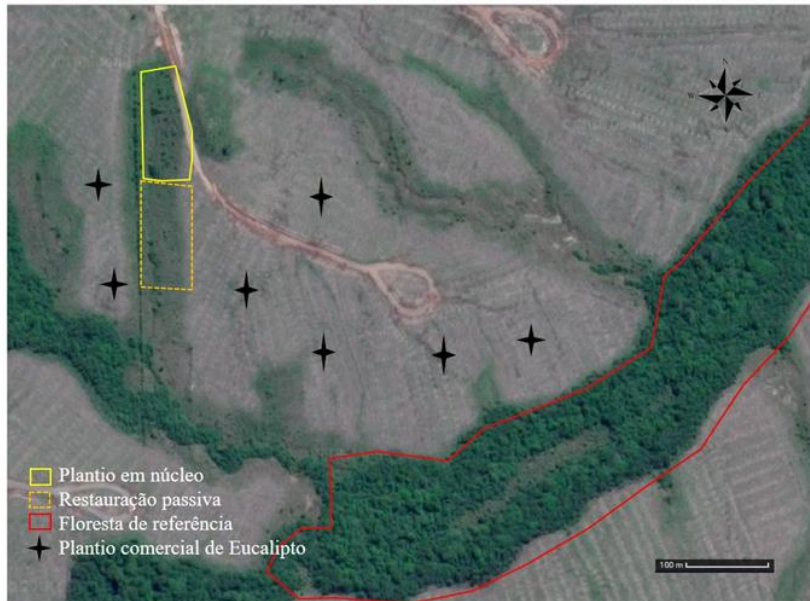
Fonte: Autor

A estratégia usada pela empresa CMPC Celulose Riograndense na restauração ativa, foi o plantio em núcleos, utilizando espécies florestais nativas, implantando 40 núcleos/hectare de forma aleatória, com cinco indivíduos por núcleo.

A área de restauração passiva encontra-se isolada por cercamento há 12 anos, após retirada de bovinos.

O plantio comercial de eucalipto encontra-se no entorno das áreas. E, a mata nativa caracteriza-se como fragmento florestal estacional, possui efeito de borda em toda extensão, sendo a largura média de 150 metros e extensão de 1,6 km.

Figura 2 - Área de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.



Fonte: Autor

Coleta da chuva de semente

A chuva de semente foi avaliada por meio de coletores permanentes de 1 m² cada, suspensos a 1 metro acima da superfície do solo (Figura 3). Os coletores foram confeccionados por estacas de madeira e fundo em tela de sombrite, malha 5 mm, alocados nas quatro áreas de estudo.

Em cada área, foram instalados, no mês de novembro de 2017, dez coletores de forma aleatória, sendo cada coletor uma repetição. Na área 1 (restauração ativa), os coletores foram alocados abaixo dos núcleos.

Figura 3 - Coletor permanente utilizado na coleta da chuva de semente.



Fonte: Autor

A coleta do material depositado foi realizada mensalmente por um período de 12 meses (dezembro de 2017 a novembro de 2018). O material foi retirado por meio de sacos de papel do tipo kraft, identificados com o número de cada coletor e levados ao laboratório do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Área Degradada (NEPRADE) nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria para efetuar a triagem.

Separaram-se as sementes do material depositado nos coletores, descartando o rejeito. Todas as sementes coletadas foram classificadas por “morfoespécie”, considerando sua morfologia externa (PIÑA-RODRIGUES; AOKI, 2014). A identificação das sementes foi feita por meio de literatura especializada (JUNIOR; BRANCALION, 2016) e comparação com o mostruário do laboratório.

As sementes foram classificadas quanto à dispersão, de acordo com Van der Pijl (1982). Foram classificadas como anemocóricas (dispersão pelo vento), zoocóricas (dispersão por animais) e autocóricas (dispersão pela planta mãe).

Análise dos dados

A quantidade total de sementes amostradas em cada área de estudo foi submetida aos testes de Shapiro Wilk e Bartlett para verificar às pressuposições de normalidade da distribuição de erros e homogeneidade de variâncias, respectivamente. Como os pressupostos não foram atendidos, procedeu-se ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). As análises foram feitas com auxílio do programa R (versão 2.5), usando o pacote *Agricolae*.

A análise da chuva de semente foi efetuada a partir do cálculo do número de morfoespécies, número de indivíduos, riqueza de Margalef, equitabilidade de Pielou e diversidade de Shannon-Wiener (PIÑA-RODRIGUES; AOKI, 2014), por meio do programa PAST versão 2.17 (HAMMER et al., 2001).

A similaridade entre as áreas foi avaliada a partir da análise da similaridade de Jaccard (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), com produção de diagrama da análise de cluster (Jaccard), por meio do programa PAST versão 2.17 (HAMMER et al., 2001).

A composição de espécies (nº de sementes/espécie) da chuva de sementes e a síndrome de dispersão em cada área estudada foi analisada por análise de correspondência segmentada (DCA). Para a primeira análise retirou-se espécies com baixa abundância (espécies < 20 sementes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

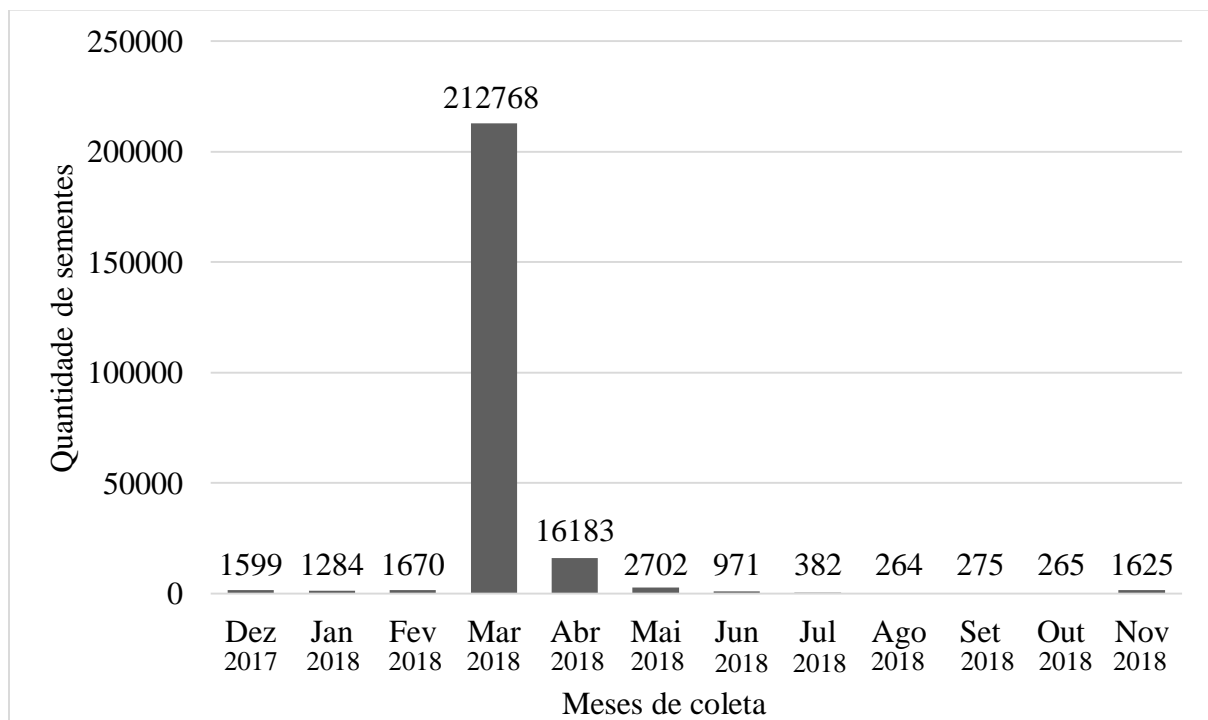
Distribuição de morfoespécies

O total de sementes amostradas foi de 239.988, distribuídos em 116 morfoespécies. Dessas, 25 foram identificadas em nível de espécie, distribuídas em 19 famílias (Tabela 2).

Quanto à distribuição temporal (Figura 4), as sementes foram depositadas ao longo de todo o período de avaliação. A maior quantidade de sementes depositadas ocorreu em março de 2018 na área 2 (restauração passiva) (Figura 5). Esse volume corresponde às sementes produzidas e dispersadas no período de 15 de fevereiro a 15 de março, o que corresponde ao verão, ou seja, o período de maior atividade reprodutiva na região do estudo (GUARINO et al., 2018).

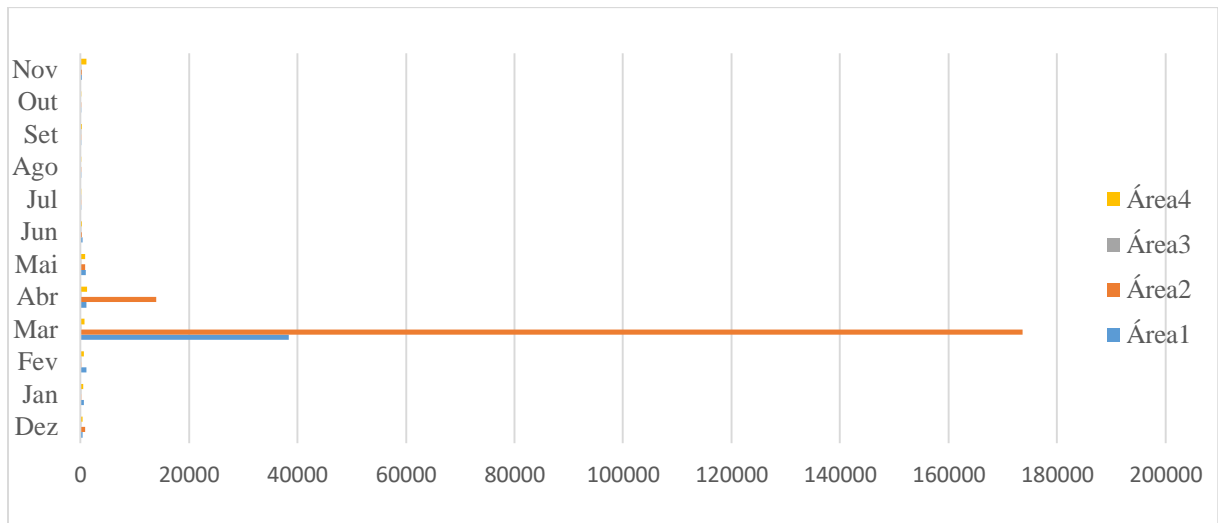
A influência do período de fenologia reprodutiva continuou se expressando na coleta de abril. Mesmo assim com 92 % menos sementes do que a coleta anterior, esses dados ajudam a embasar estratégias de coleta de sementes para abastecer a produção em viveiros ou para uso em estratégias de restauração para a região.

Figura 4 - Número total de sementes amostradas na chuva de semente das quatro áreas em cada mês de coleta.



Fonte: Autor.

Figura 5 - Número de sementes da chuva de sementes em cada mês de coleta (dezembro de 2017 a novembro de 2018) por área de estudo. Eixo X = Quantidade de sementes; Eixo Y = Meses de coleta.



Em que: (Área 1): plantio em núcleos;(Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor.

A área 2 apresentou a maior quantidade de sementes amostradas (Figura 6), 190.249, distribuídas em 31 morfoespécies. A espécie mais representativa foi *Baccharis dracunculifolia* DC. com 98,41% das sementes amostradas.

Comparando o número de semente e as espécies com maiores quantidades de sementes nas áreas, a área 1 apresentou 43.404 sementes, distribuídas em 67 morfoespécies. As espécies com maior número de sementes coletadas, foram: *Baccharis dracunculifolia*, Morfoespécie 18 e *Schinus terebinthifolius*, representando 95,53% das sementes amostradas.

A área 3 apresentou 52 sementes, distribuídas em 14 morfoespécies. As espécies com maior número de sementes coletadas, foram: morfoespécie 37, morfoespécie 39 e *Moquiniastrum polymorphum*, representando 53,84% das sementes amostradas.

A área 4 apresentou 6.283 sementes, distribuídas em 79 morfoespécies. As espécies com maior número de sementes coletadas, foram: *Cordia americana*, *Helietta apiculata*, Morfo 12, Morfo 14, Morfo 51, *Gymnanthes klotzschiana*, representando 66,52% das sementes amostradas.

Tabela 2 - Famílias, espécies, quantidade de sementes e síndrome de dispersão por espécies encontradas na chuva de sementes em área com plantio em núcleos (A1), área em restauração passiva (A2), área com plantio de eucalipto (A3) e mata nativa (A4), no município de Caçapava do Sul, RS.

(Continua)					
Família/espécies	A1	A2	A3	A4	SD
ANACARDIACEAE					
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	69	3	0	39	Zoo
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1495	219	0	40	Zoo
ARECACEAE					
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	0	0	0	2	Zoo
ASTERACEAE					
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	37792	187231	0	43	Ane
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	209	239	7	130	Ane
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	51	24	0	76	Ane
BIGNONIACEAE					
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	3	0	0	21	Ane
BORAGINACEAE					
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	7	1	1	730	Ane
CUNONIACEAE					
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	0	0	0	1	Ane
EBENACEAE					
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	0	0	0	94	Zoo
ERYTHROXYLACEAE					
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	4	6	0	9	Zoo
EUPHORBIACEAE					
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Mull.Arg.	6	0	0	215	Aut
FABACEAE					
<i>Mimosa regnellii</i> Benth.	5	0	0	99	NC
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	0	0	0	22	Ane/Aut
LAURACEAE					
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	1	0	0	5	Zoo
MALVACEAE					
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc	41	0	0	157	Ane
MYRTACEAE					
<i>Campomanesia rhombea</i> O.Berg	1	0	0	2	Zoo
<i>Eugenia uniflora</i> L.	47	1	0	19	Zoo
POACEAE					
<i>Stipa melanosperma</i> J. Presl	15	2	1	0	Ane/Zoo
PRIMULACEAE					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	66	0	4	36	Zoo
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	6	0	0	107	Zoo
RUBIACEAE					
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl.	6	13	1	89	Zoo

(continuação)

RUTACEAE					
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	0	0	0	190	Ane
SAPINDACEAE					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	4	0	0	63	Zoo
SOLANACEAE					
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	18	17	0	8	Zoo
MORFOESPÉCIES					
Morfo 1	0	0	0	2	Zoo
Morfo 2	176	313	0	0	Zoo
Morfo 3	0	0	0	7	Zoo
Morfo 4	0	0	0	31	Ane
Morfo 5	0	0	0	3	Zoo
Morfo 6	0	0	0	1	Zoo
Morfo 7	109	0	0	443	Ane
Morfo 8	203	0	3	828	Zoo
Morfo 9	0	0	0	1	Zoo
Morfo 10	17	180	0	0	Ane
Morfo 11	60	1	0	1	Ane
Morfo 12	2181	3	0	0	Zoo
Morfo 13	0	0	0	4	Zoo
Morfo 14	276	0	0	0	Ane
Morfo 15	1	0	0	0	Zoo
Morfo 16	0	0	0	15	Zoo
Morfo 17	9	0	0	52	Ane
Morfo 18	0	0	0	1	Zoo
Morfo 19	0	18	1	0	Ane
Morfo 20	2	235	0	2	Zoo
Morfo 21	4	12	0	104	Zoo
Morfo 22	18	813	3	3	Ane
Morfo 23	1	0	0	1	Zoo
Morfo 24	0	0	0	173	Ane
Morfo 25	0	0	0	1	NC
Morfo 26	0	3	0	0	Ane
Morfo 27	7	0	0	0	Zoo
Morfo 28	2	0	0	2	Zoo
Morfo 29	9	0	0	0	Ane
Morfo 30	1	0	0	0	Ane
Morfo 31	0	0	14	0	Ane
Morfo 32	15	0	0	0	Zoo
Morfo 33	0	0	7	0	Ane
Morfo 34	1	0	0	3	Zoo
Morfo 35	0	0	0	13	Zoo
Morfo 36	0	0	0	1	Ane
Morfo 37	3	0	0	2	Zoo
Morfo 38	1	0	0	3	Zoo

(continuação)

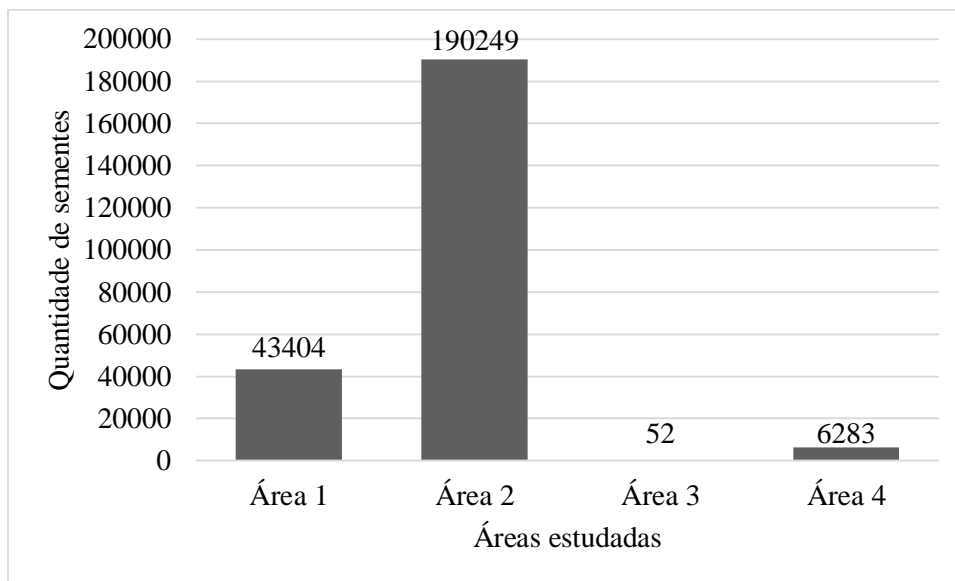
Morfo 39	0	170	0	0	Ane
Morfo 40	133	570	0	15	Zoo
Morfo 41	5	0	0	0	Zoo
Morfo 42	0	1	0	135	Zoo
Morfo 43	2	2	0	105	Ane
Morfo 44	0	0	0	1	Zoo
Morfo 45	3	0	1	1774	Zoo
Morfo 46	51	0	0	0	Ane
Morfo 47	11	0	0	0	Zoo
Morfo 48	7	0	0	0	Zoo
Morfo 49	0	0	0	20	Ane
Morfo 50	0	0	0	2	Zoo
Morfo 51	6	0	0	0	Zoo
Morfo 52	0	0	0	1	Ane
Morfo 53	0	0	3	0	Ane
Morfo 54	0	0	0	3	Zoo
Morfo 55	1	0	0	0	Zoo
Morfo 56	11	0	0	0	Ane
Morfo 57	3	0	0	3	Zoo
Morfo 58	0	0	0	1	NC
Morfo 59	0	3	0	0	Zoo
Morfo 60	38	0	0	85	Zoo
Morfo 61	0	0	0	11	Zoo
Morfo 62	0	115	0	0	Ane
Morfo 63	1	0	0	12	Zoo
Morfo 64	0	0	0	11	Zoo
Morfo 65	0	0	0	14	Ane
Morfo 66	0	0	0	9	Zoo
Morfo 67	0	0	0	6	Ane
Morfo 68	4	15	0	0	Zoo
Morfo 69	8	0	0	0	Zoo
Morfo 70	0	0	0	1	Ane
Morfo 71	0	0	1	0	Zoo
Morfo 72	0	0	0	8	Zoo
Morfo 73	0	0	0	1	Zoo
Morfo 74	0	0	0	8	Zoo
Morfo 75	1	0	5	10	Zoo
Morfo 76	111	16	0	27	Ane
Morfo 77	0	0	0	1	Zoo
Morfo 78	0	0	0	1	Zoo
Morfo 79	1	1	0	0	Zoo
Morfo 80	4	2	0	0	Zoo
Morfo 81	7	0	0	0	Zoo
Morfo 82	46	0	0	0	Zoo
Morfo 83	0	0	0	111	Zoo
Morfo 84	3	0	0	0	Zoo

					(conclusão)
Morfo 85	0	0	0	13	Zoo
Morfo 86	3	0	0	0	Zoo
Morfo 87	0	0	0	2	Zoo
Morfo 88	0	20	0	0	Zoo
Morfo 89	2	0	0	0	Zoo

SD = Síndrome de dispersão; Morfo = Morfoespécie; NC = Não consta; Ane = Anemocórica; Aut = Autocórica; Zoo = Zoocórica; Ane/Zoo = Anemocórica/Zoocórica; Ane/aut = Anemocórica/Autocórica.

Fonte: Autor

Figura 6 - Quantidade de sementes amostradas em cada área de estudo no período de 12 meses.



Em que: (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor

Estatisticamente, houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para o número de sementes coletadas nas áreas estudadas. A área 1 (plantio em núcleos) não diferiu estatisticamente da área 4 (mata nativa), entretanto as áreas 2 (restauração passiva) e 3 (plantio comercial de eucalipto) apresentam diferença significativa no número de sementes coletadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Número médio de sementes coletadas em cada área de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.

Áreas	\bar{X} de sementes
Área 1	361,7 a
Área 2	1585,40 b
Área 3	0,433 c
Área 4	52,79 a

* Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste Kruskal-wallis a 5% de probabilidade de erro. Em que: (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor.

A quantidade expressiva de sementes amostradas na área 2, pode ser explicada pela presença da espécie *B. dracunculifolia* a qual apresentou 98,41% das sementes presentes na área. A região é conhecida por seu mosaico de formações campestres, arbustivas e arbóreas. Entre as formações arbustivas, encontram-se os vassourais, com predomínio de asteráceas, principalmente do gênero *Bacharis* (ROVEDDER, 2014; PILLAR; LANGE, 2015).

O baixo número de sementes amostradas na área 3 pode estar relacionado com a própria característica da área, em que geralmente as plantações comerciais de eucalipto atuam como barreiras para os dispersores (MARSDEN et al., 2001). Além disso, a matriz de eucalipto pode dificultar a circulação de sementes nativas de dispersão anemocórica, pois também atua como barreira na circulação do vento.

Síndrome de dispersão

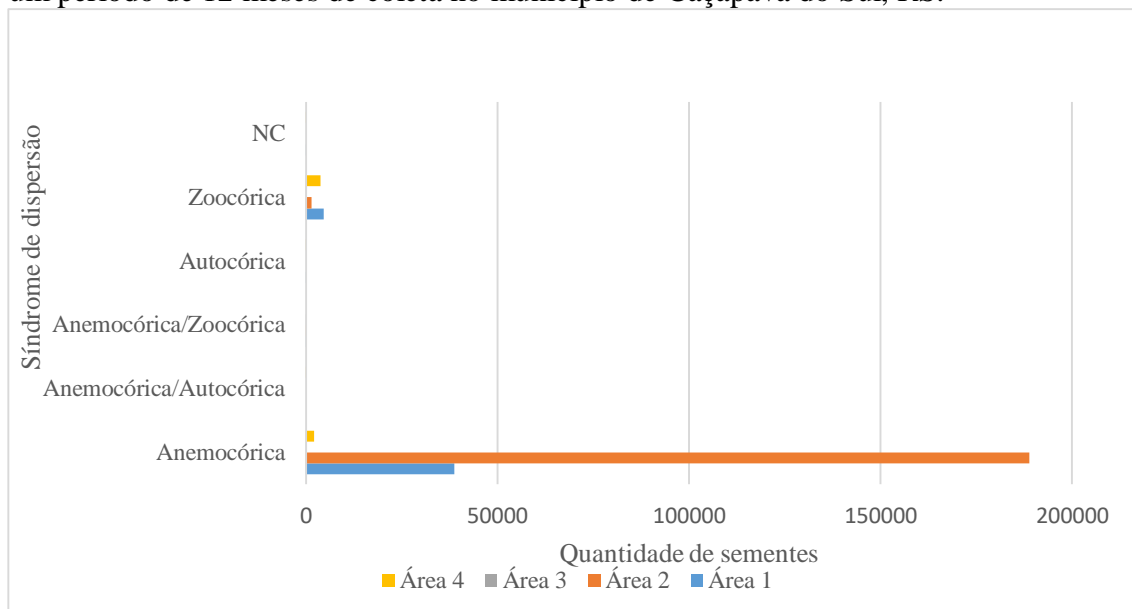
A síndrome de dispersão anemocórica foi predominante (Figura 7), que está correlacionada em maior grau com a área 2, sendo também correlacionada em menor grau com as áreas 1 e 3. Já a área 4 está relacionada em maior grau com a síndrome de dispersão zoocórica (Figura 8).

Esta maior interação entre a área 2, a qual está sob restauração passiva há 12 anos, com a síndrome de dispersão anemocórica, corrobora com o estudo de Souza et al. (2018), em que duas áreas com nove anos de abandono registraram maior predomínio de sementes anemocóricas. Resultados semelhantes também ao estudo de Souza et al. (2014) em que 95% dos diásporos encontrados na chuva de semente em uma área agrícola abandonada (com vegetação regenerada sem um dossel fechado completamente) há 18 anos foram espécies anemocóricas. Os mesmos autores mencionam que este resultado pode estar relacionado provavelmente a ausência de um dossel fechado.

Esta interação entre a área de estudo 2 (restauração passiva) e a síndrome de dispersão anemocórica pode também ser explicada pela elevada densidade de sementes da espécie *B. dracunculifolia* (DC) pertencente à família Asteraceae.

O gênero *Baccharis* indica caráter inicial do processo de restauração de uma determinada área, pois em geral, apresentam espécies que preferem áreas abertas ou florestas alteradas, onde existe maior incidência de luz (RECH et al., 2015). As plantas ocorrem em campos ou em lugares abertos, constituindo formações densas e dominantes nas capoeiras e terrenos degradados (ARAUJO et al., 2003). Ainda, de acordo com Fagundes et al. (2005), a espécie *B. dracunculifolia* é considerada uma colonizadora de ambientes perturbados.

Figura 7 - Quantidade de sementes por síndrome de dispersão nas quatro áreas de estudo por um período de 12 meses de coleta no município de Caçapava do Sul, RS.

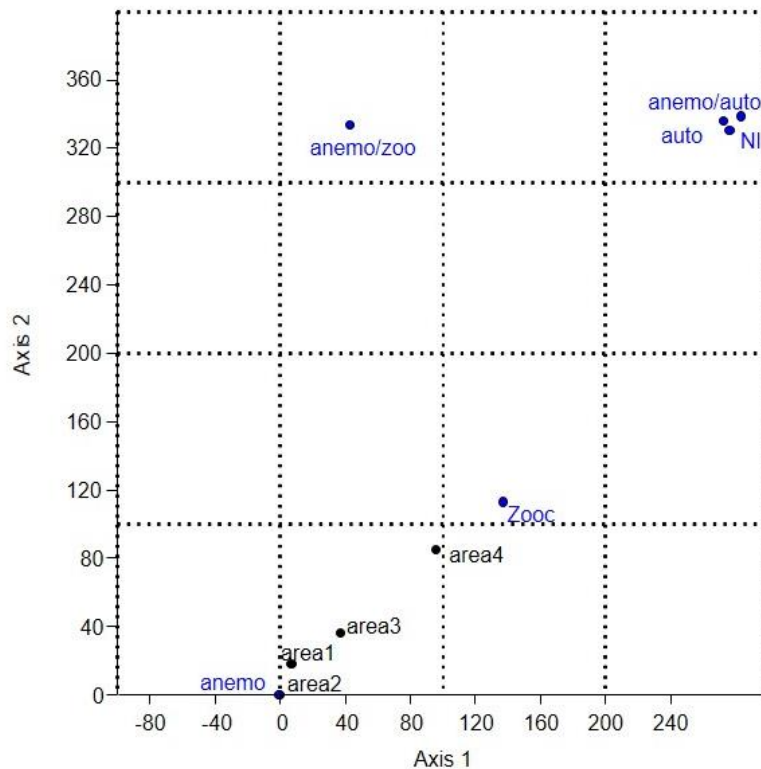


Em que: (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor.

Em menor grau de interação quando comparado com a área 2, a área 1 (plantio em núcleos), apresenta predominância da síndrome de dispersão anemocórica (Figura 7), mesmo contendo há sete anos a implantação da técnica de plantio em núcleos, provavelmente pela facilidade de circulação das sementes entre os espaços abertos entre os núcleos. Importante destacar, a presença da espécie *B. dracunculifolia*, provavelmente devido à proximidade com a área 2, fator este que pode ter ocasionado esta predominância na quantidade de sementes.

Figura 8 - Análise de correspondência retificada (DCA), com base nas quatro áreas de estudos e na dispersão de sementes dos propágulos pertencentes à chuva de semente no município de Caçapava do Sul, RS. Autovalor do eixo 1 = 0,89 e do eixo 2 = 0,084. Anemo = anemocórica; Zooc = zoocórica; Auto = Autocórica; Anemo/zoo = Anemocórica e Zoocórica; Anemo/auto = Anemocórica e Autocórica; NI = Não Identificada.



Em que: (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor.

Na área 3, o plantio comercial de eucalipto pode estar sendo uma barreira para a chegada de dispersores de sementes, o que evidência uma maior quantidade de sementes com síndrome de dispersão anemocórica. Como o plantio comercial é recente (3 anos de implantação), os indivíduos possuem altura aproximada de 4 metros, o que vem a facilitar a entrada dos propágulos via dispersão anemocórica, entretanto, provavelmente com o avanço dos anos de implantação do povoamento, a chegada de propágulos por meio da anemocoria nesta área irá dificultar, devido à altura dos indivíduos.

A área 4 apresenta maior grau de correlação com a síndrome de dispersão zoocórica, que pode ser explicado pelo fato que a mata nativa permite a manutenção da fauna que busca

refúgio, alimento e água e dessa forma favorece a síndrome nesse ambiente (VENZKE et al., 2014).

Índices de diversidade

Analisando os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade (Tabela 4), observa-se que a área 4 apresentou o maior número de morfoespécies ($S = 79$), seguido pela área 1 ($S = 67$). Considerando que a diversidade de Shannon (H') é uma relação entre a riqueza e a abundância (PINA-RODRIGUES; AOKI, 2014), é possível observar maior índice de Shannon para a área 4 e 3 (2,810 e 2,265 respectivamente). Entretanto, as áreas 1 e 2 apresentaram baixos índices de Shannon (0,6624 e 0,1171 respectivamente), as quais apresentaram abundâncias mais expressivas entre as áreas.

O fato da área 3 possuir um dos maiores índices de Shannon, provavelmente, está relacionado com o menor número de sementes, o que pode ter aumentado a equabilidade entre espécies. Piña-Rodrigues e Aoki (2014), encontram resultados semelhantes em chuva de sementes em fragmentos florestais, nos quais, o fragmento florestal que possuía menor riqueza e menor abundância, obteve maior índice de Shannon. A razão matemática desse índice pode levar a interpretações errôneas o ponto de vista ecológico, gerando uma super estimativa de diversidade para áreas empobrecidas (MAGURRAN, 2013).

Tabela 4 - Índices de diversidade, riqueza e equitabilidade para chuva de sementes em plantio em núcleos (Área 1), restauração passiva (Área 2), plantio comercial de eucalipto (Área 3) e mata nativa (Área 4) em Caçapava do Sul, RS.

Áreas	S	N	d	J'	H'
Área 1	67	43.404	5,993	0,1587	0,6624
Área 2	31	190.249	2,468	0,0341	0,1171
Área 3	14	52	3,29	0,8584	2,265
Área 4	79	6.283	8,69	0,6468	2,810

Em que: S = n° de morfoespécie; N = n° de sementes coletadas; d = riqueza de Margalef; J' = equitabilidade de Pielou; H' = diversidade de Shannon.

Fonte: Autor

Em termos de espécies, a área 1 apresentou-se muito similar a área 4 em número de morfoespécies e riqueza de morfoespécies, entretanto com baixo índice de equitabilidade de Pielou ($J' = 0,1587$). Piña-Rodrigues e Aoki (2014) encontraram resultados semelhantes e

indicam que poucas espécies concentram a maior quantidade de sementes amostradas na chuva de sementes.

Entre as áreas estudadas, a área 2 apresentou o menor índice de equitabilidade ($J' = 0,0341$), o que pode ser explicado pela presença abundante de sementes da espécie *B. dracunculifolia*.

A área 3 apresentou o maior índice de equitabilidade de Pielou ($J' = 0,8584$), conferindo uma alta uniformidade de distribuição de indivíduos entre as espécies, porém com baixa quantidade de morfoespécies e baixo número de sementes ($S = 14$ e $N = 52$).

Kanieski et al. (2017) com o objetivo de encontrar os melhores indicadores para avaliar a estrutura e a diversidade do componente arbóreo em área de floresta Ombrófila Mista, classificaram o valor do índice de Margalef de 2,20 como baixa diversidade. O mesmo ocorreu no trabalho de Piña-Rodrigues e Aoki (2014), os quais classificaram baixa riqueza de espécie o valor encontrado de 1,002 para o índice de Margalef em estudo da chuva de semente. Ainda, Kanieski et al. (2010), em estudo do componente arbóreo, encontrou valores pelo índice de Margalef, que variaram de 6,24 para a parcela de menor diversidade até 10,05 para a de maior diversidade, com uma média de 8,38, denotando alta diversidade no componente arbóreo.

Diante disso, pode-se concluir que a área 4 apresentou alta diversidade de espécies ($d = 8,69$), área 1, média diversidade de espécies ($d = 5,993$) e as áreas 2 e 3 baixa diversidade de espécies ($d = 2,468$ e $3,29$ respectivamente).

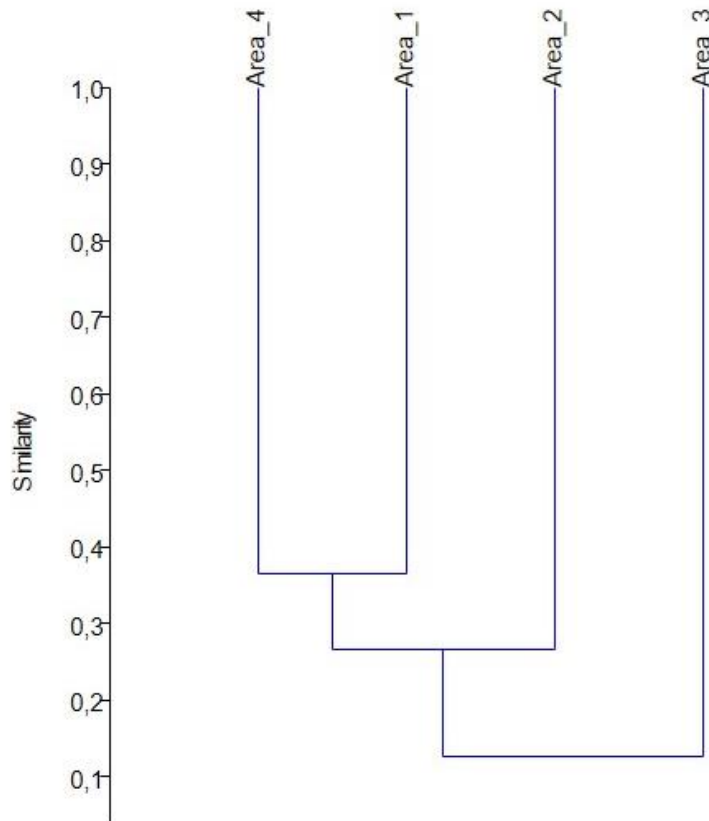
Similaridade florística

A composição de espécies da chuva de semente apresentou similaridade, variando de 0,15 a 0,35 entre as áreas estudadas pelo índice de Jaccard (Figura 9). O índice de Jaccard precisa ser maior que 0,25 para representar similaridade (MULLER; ELLENBERG, 1974) e maior ou igual a 0,5 para indicar alta similaridade (KENT; COKER, 1992).

É possível observar na figura 9, que as áreas 4 e 1 tiveram uma maior similaridade, quando comparado com as áreas 2 e 3. A área 4 por ser a mata nativa possui a sua própria sustentação na chuva de semente. Já a área 1, está similar com a mata nativa possivelmente por dois aspectos: (1) devido à liberação de sementes das árvores que foram implantadas nos núcleos; e (2) os núcleos estão sendo efetivos em seus processos, principalmente na atração da fauna, sendo estes dispersores de sementes. Segundo Reis et al. (2003), a formação de pequenos núcleos deve atrair predadores, dispersores e decompositores. Uma vez estabelecidos podem representar centros de dispersão de propágulos necessários para a ocupação do restante da área,

pois considera-se que os núcleos propiciem o reinício de um processo sucessional para a área toda, restabelecendo a resiliência local (REIS et al., 1999).

Figura 9 - Dendrograma de similaridade florística pelo índice de Jaccard para chuva de semente no município de Caçapava do Sul, RS em um período amostrado de 12 meses.



Em que: (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor

Na área 2 sob restauração passiva há 12 anos, a dissimilaridade pode ser explicada pela expressiva quantidade de sementes da espécie *B. dracunculifolia*. Já na área 3 pode ser explicada pela cobertura das copas do plantio de eucalipto, sendo uma barreira para a chegada de propágulos nesta área.

Relação entre morfoespécies e áreas de estudo

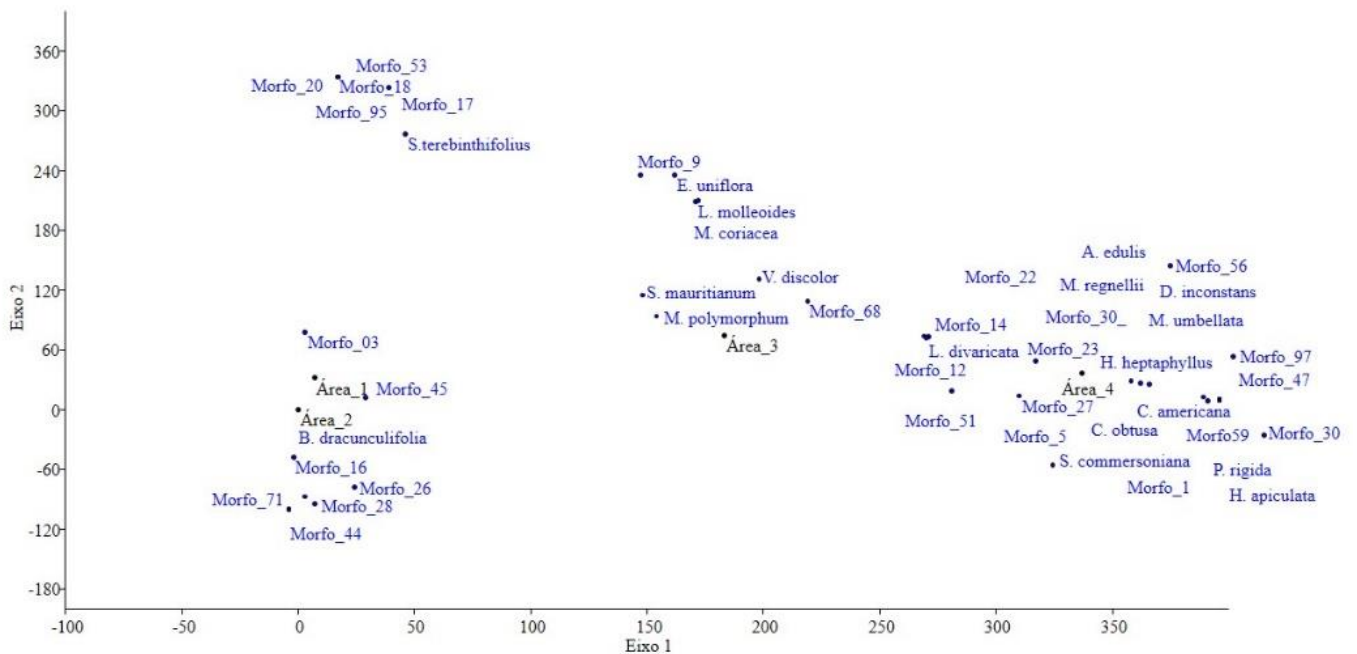
Na análise de correspondência segmentada (DCA) (Figura 10), os eixos 1 e 2 apresentaram autovalores de 0,88 e 0,082 respectivamente, sendo o eixo 1 o que melhor explica os dados.

Observa-se no diagrama (Figura 10), a correlação da espécie *B. dracunculifolia* com as áreas 1 e em maior grau com a área 2. Esta correlação pode ser explicada pela espécie possuir características típicas de capoeira (BRACK et al., 1998) e encontrar condições propícias para o seu estabelecimento nessas duas áreas. A espécie é típica de campos no Bioma Pampa (OVERBECK et al., 2015) e apresenta características próprias de plantas invasoras e colonizadoras e ocorre frequentemente em áreas perturbadas e pastagens (GOMES; FERNANDES, 2002). A *B. dracunculifolia* pertence à família Asteraceae, a qual constitui à família com maior riqueza específica no estado do Rio Grande do Sul, e dependendo do ambiente podem formar densas populações (BOLDRIN et al., 2015) em locais favoráveis ao seu desenvolvimento.

A área 3 correlaciona-se principalmente com as espécies *Moquiniastrum polymorphum*, *Solanum mauritianum* e *Vernonia discolor*. A presença destas espécies pode estar associada a síndrome de dispersão, uma vez que as espécies *M. polymorphum* e *V. discolor* apresentam síndrome anemocóricas, e a espécie *S. mauritianum* apresenta síndrome do tipo zoocórica. Um fator que pode explicar a presença de sementes de *S. mauritianum* na área é a ocorrência de indivíduos desta espécie entre os eucaliptos, observação feita in loco durante a coleta dos dados.

A área 4 apresenta correlação com uma riqueza maior de espécies quando comparada com as outras áreas, conseqüentemente uma maior diversidade, fator esse que pode ser explicado devido a área ser uma floresta nativa. Entre as espécies presentes, destaca-se: *Cordia americana*; *Myrsine umbellata*; *Parapiptadenia rigida*; *Gymnanthes klotzschiana*; *Mimosa regnellii*; *Helietta apiculata*; *Luehea divaricata*; *Erythroxylum deciduum*; *Allophylus edulis*; *Handroanthus heptaphyllus*; *Chomelia obtusa* e *Diospyros inconstans* Jacq..

Figura 10 - Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Segmentada (DCA) mostrando a disposição das áreas em relação as morfoespécies amostradas na chuva de semente por um período de 12 meses no município de Caçapava do Sul, RS.



Em que: (Área 1): plantio em núcleos;(Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor

Legenda: *B. dracunculifolia* (*Baccharis dracunculifolia* DC.); *C. americana* (*Cordia americana* (L.) Gottschling & J.S.Mill); *M. umbellata* (*Myrsine umbellata* Mart.); *P. rígida* (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan); *S. commersoniana* (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm & Downs); *M. regnellii* (*Mimosa regnellii* Benth.); *H. apiculata* (*Helietta apiculata* Benth.); *S. mauritanium* (*Solanum mauritanium* Scop.); *V. discolor* (*Vernonia discolor* (Spreng.) Less.); *L. divaricata* (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc); *M. polymorphum* (*Moquiniastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho); *E. deciduum* (*Erythroxylum deciduum* A.St.-Hil.); *A. edulis* (*Allophylus edulis* (A.St.-Hil.) Hieron. ex Niederl.); *H. heptaphyllus* (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos); *C. obtusa* (*Chomelia obtusa* Cham. & Schltldl); *S. terebinthifolius* (*Schinus terebinthifolius* Raddi); *M. coriacea* (*Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.sp); *L. molleoides* (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.); *E. uniflora* (*Eugenia uniflora* L.); *D. inconstans* (*Diospyros inconstans* Jacq.).

CONCLUSÃO

A chuva de sementes é um bom indicador ecológico para a área de estudo por meio da composição e diversidade de espécies entre as áreas com diferentes estratégias de restauração.

O plantio em núcleos tem sido eficiente para incrementar a chuva de sementes.

Apesar dos 12 anos de restauração passiva, a área ainda continua em processo inicial de restauração.

Contudo, sugere-se a seleção de um conjunto de indicadores ecológicos para fornecer maior suporte ao monitoramento das áreas de restauração no Bioma Pampa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014.

ARAÚJO, A. P. A.; CARNEIRO, M. A. A.; FERNANDES, G. W. E. Efeitos do sexo, do vigor e do tamanho da planta hospedeira sobre a distribuição de insetos indutores de galhas em *Baccaris pseudomyriocephala* Teodoro (Asteraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 4, p. 483-490, set./nov. 2003.

BOLDRINI, I.J.; OVERBECK, G.O.; TREVISAN, R. Biodiversidade de plantas. In: PILLAR, V. de P.; LANGE, O (Coord). **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos -UFRGS, 2015. cap. 3, p. 33-44.

BRACK, P.; RODRIGUES, R. S.; SOBRAL, M.; LEITE, S. L. de C. Árvore e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Série Botânica**, v. 2, n. 51, p.139-166, out. 1998.

CAMPOS, E, P.; VIEIRA, M. F.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; CARMO, F. M.; MOURA, V.M.; RIBEIRO, A. S. S. Chuva de sementes em floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, LOCAL, V. N. p. 134-154, 2009.

CARMO, M. R. B.; MORELLATO, L. C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da bacia do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H F. (Eds.). *Matas ciliares: Conservação e Recuperação*. 2. ed. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo/ Fapesp, 2001, p.125-141.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. *Cadernos da Mata Ciliar*. v.4. São Paulo, SP. 2011.

DURIGAN, G., ENGEL, V. L. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir. In: MARTINS, S. V. *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. 2. Ed. Viçosa, MG. 2015. Cap. 2.

FAGUNDES, M., NEVES, F.S., FERNANDES, G.W. Direct and indirect interactions involving ants, insect herbivores, parasitoids, and the host plant *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). *Ecological Entomology* V. 30: p. 28–35, 2005.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN Jr., L; VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R. (Org.). Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; Fundação O boticário de Proteção a Natureza, 2003. p.395-422.

GOMES, V.; FERNANDES, G. W. Germinação de aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D. C. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 16, n.4, p. 421- 427, abr. 2002.

GUARINO, E. S. G.; OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; MULLER, S. C.; ROVEDDER, A. P.; FREITAS, T. C.; GOMES, G. C.; NORONHA, A. H.; MIURA, A. K.; SOUSA, L. P.; SANT'ANNA, D. M.; CHOMENKO, L.; MOLZ, M.; MAHLER JÚNIOR, J. K. F.; MOLINA, A. R.; ESPINDOLA, V. S. Espécies de plantas prioritárias para projetos de restauração ecológica em diferentes formações vegetais no Bioma Pampa: primeira aproximação. Embrapa Clima Temperado. Documentos, 457. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 79 p. 2018.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.; RYAN, P.D. (2004) - PAST -Paleontological Statistics. Versão 1.12. <<http://www.folk.uio.no/ohammer/past>>.

IBGE. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1986. 796p. 6 mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, 2018. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 04/01/2019.

JUNIOR, C.N.S.; BRANCALION, P.H.S. **Sementes e mudas guia para propagação de árvores brasileiras**. 1 ed. São Paulo, 2010, 464 p.

KANIESKI, M. R.; LONGHI, S. J.; ARAUJO, A. C. B. Quantificação da biodiversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, SP, v. 38, n. 88, 2010.

KANIESKI, M. R.; LONGHI, S. J.; MILANI, J. E. de F.; SANTOS, T. L.; SOARES, P. R. C. Caracterização florística e diversidade na florestal nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 177 - 185, abr./ jun. 2017.

KENT, M.; COKER, P. Vegetation description analyses. Behaven Press, London. 363p. 1992.

KINOSHITA, L. S.; TORRES, R.B.; MARTINS, E. R.; SPINELLI, T.; AHN, Y.J.; CONSTÂNCIO, S. S. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasiliense**, v. 20, n. 2, p. 313-327, 2006.

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

- MARSDEN, S. J.; WHIFFIN, M.; GALETTI, M. Bird diversity and abundance in forest fragments and Eucalyptus plantations around an Atlantic forest reserve, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 737-751, out./jun. 2001.
- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARO, V.B. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica*, Lawrence, v. 32, n. 4, p. 811-823, 2000.
- MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H.; Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: John Wiley & Sons, 1974, 547p.
- MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: J. Wiley, 1974. 347 p.
- OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; CARMO, M. R. B. do.; GARCIA, É. N.; MORO, R. S.; PINTO, C. E.; TREVISAN, R. ZANNIN, A. Fisionomia dos Campos. In: PILLAR, V. de. P.; LANGE, O (Coord). Os Campos do Sul. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - UFRGS, 2015. cap. 3, p. 33-44.
- PILLAR, V. de. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de. S.; JACQUES, A. V. Á. Campus Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. ed. Brasília: MMA. 2009. 403 p.
- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AOKI, J. Chuva de sementes como indicadora do estágio de conservação de fragmentos florestais em Sorocaba-SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 911-923, out./dez., 2014.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em:<<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20/12/2018.
- RECH, C. C. C.; SILVA, A. C. da.; HIGUCHI, P.; SCHIMALSKI, M. B.; PSCHIEDT, F.; SCHMIDT, A. B.; ANSOLIN, R. D.; BENTO, M. A.; MISSIO, F.de F.; LOEBENS, R. Avaliação da Restauração Florestal de uma APP Degradada em Santa Catarina. **Floresta e Ambiente**, 2015.
- REIS, A., ZAMBONIN, R. M. & NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. 42 p.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B. de.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. de. Restauração de áreas degradadas: a nucleação degradadas: a nucleação degradadas: a nucleação como base para como base para como base para incrementar os processos incrementar os processos incrementar os processos sucessoriais. **Natureza e Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, abr. 2003.
- 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.

ROVEDDER, A. P. M., ALMEIDA de, C. M., ARAUJO, M. M., TONETTO, T. da S., SCOTTI, M. S. V. Relação Solo-Vegetação em remanescente da floresta estacional decidual na Região Central do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n. 12, p. 2178-2185, dez. 2014.

ROVEDDER, A. P.; OVERBECK, G.; PILLAR, V.; MATSUMOTO, M; BRAGA, J.V. Potencial de regeneração natural da vegetação no Pampa. In: *Potencial da regeneração natural da vegetação no Brasil*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. 2018.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório final do inventário florestal contínuo no Rio Grande do Sul. Departamento de florestas e áreas protegidas. 2001. Disponível em: < <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>>. Acessado em: 10/12/2018.

SOUZA, J. T.; FERRAZ, E. M. N. ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L. Does proximity to a mature forest contribute to the seed rain and recovery of an abandoned agriculture área in a semiarid climate. *Plant Biology*, v. 16, p. 748-756, 2014.

SOUZA, S. C. P. M. de S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. A influência da cobertura vegetal e da distância do remanescente florestal no processo de regeneração natural na Floresta Ombrófila Densa Montana. *Hoehnea*, v. 45, n.1, p. 55-68, 2018.

STRECK, E.V. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

TRES, D. R; SANTA'ANNA, C. S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS, U.; REIS, A. Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 1, p. 309-311, jul. 2007.

VAN DER PIJL. Principles of dispersal in higher plants. 3. ed. New York: Springer-Verlag, 1982.

5 ARTIGO II – BANCO DE SEMENTES DO SOLO COMO INDICADOR DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO BIOMA PAMPA

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o banco de sementes do solo como fator de compreensão do potencial de regeneração natural de formações florestais da Serra do Sudeste, Bioma Pampa, Rio Grande do Sul. Foram selecionadas quatro áreas de estudo: restauração ativa com plantio em núcleos (A1), restauração passiva (A2), plantio comercial de eucalipto (A3) e mata nativa (Floresta Estacional) (A4). A coleta do banco de sementes do solo foi feita com auxílio de gabarito de madeira (0,25 cm x 0,25 cm) a uma profundidade de 5 cm da superfície do solo. Realizou-se dez coletas por área. As amostras foram armazenadas em bandejas plásticas e alocadas, de forma aleatória, em bancadas em casa de sombra. O estudo foi conduzido por doze meses e as avaliações foram feitas trimestralmente, as plântulas emergentes foram contabilizadas, identificadas e removidas das bandejas. A quantidade de sementes germinadas e a síndrome de dispersão foram comparadas por meio do teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Calcularam-se também o índice de diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e similaridade florística pelo índice de Jaccard. O total de sementes germinadas foi de 1.937, sendo 117 espécies identificadas, distribuídas em 26 famílias botânicas. Houve diferença estatística na quantidade de sementes germinadas entre as áreas estudadas. As áreas sob restauração ativa, passiva e mata nativa, diferiram da área de plantio comercial de eucalipto. As famílias com maior riqueza foram Poaceae e Cyperaceae. A forma de vida herbácea foi predominante, assim como a síndrome de dispersão autocórica. Entre as áreas estudadas, houve diferença significativa quanto as síndromes de dispersão. A área de restauração ativa apresentou maiores índices de Shannon e equitabilidade de Pielou (3,50 e 0,86 respectivamente). A similaridade florística variou entre 0,3725 e 0,5416, apresentando similaridade. O banco de sementes do solo possui potencial de regeneração natural e é um bom indicador de restauração para a área de estudo.

Palavras-chave: Nucleação. Restauração Passiva. Similaridade florística.

SOIL SEED BANK AS AN ECOLOGICAL INDICATOR OF RESTORATION IN PAMPA BIOMA

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate soil seed bank to understand the natural regeneration potential of forest formations in the Serra do Sudeste, Pampa Biome, Rio Grande do Sul. We selected four study sites: active restoration with applied nucleation (A1), passive restoration (A2), eucalyptus commercial plantation (A3) and natural forest (seasonal forest) (A4). We collected soil seed bank with a wooden template (0.25 cm x 0.25 cm) at a 5 cm depth from the soil surface. We collected ten samples per area. Samples were stored in plastic trays and randomly allocated to benches in the shade house. The study was conducted for 12 months and the evaluations were done quarterly, the emergent seedlings were counted, identified and removed from the trays. The number of germinated seeds and the dispersion syndrome were compared by Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). We calculated Shannon diversity index, Pielou equitability and floristic similarity by Jaccard index. The total germinated seeds were 1,937, we identified 117 species, distributed in 26 botanical families. There was a statistical difference in the number of seeds germinated between the studied sites. The sites under active restoration, passive and natural forest differed from the eucalyptus commercial planted site. The richest families were Poaceae and Cyperaceae. The herbaceous life form was predominant, as well the autochoric syndrome. Among the sites studied, there was a significant difference regarding the dispersion syndromes. The active restoration area presented higher Shannon indices and Pielou equitability (3.50 and 0.86, respectively). The floristic similarity varied between 0.3725 and 0.5416, presenting low similarity. The soil seed bank has natural regeneration potential and is a good indicator of restoration for the study site.

Keywords: Applied nucleation. Passive restoration. Floristic similarity.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o Bioma Pampa se encontra restrito ao Rio Grande do Sul, ocupando uma área que corresponde a 63% do território estadual (GUARINO et al., 2018). Além de campos nativos, também há ocorrência de formações florestais no Pampa, porém elas não dominam a paisagem (OVERBECK et al., 2015).

O Pampa possui uma rica comunidade biológica e, assim, representa uma importante contribuição a biodiversidade do planeta (BENCKE, 2009). Segundo o Centro de Sensoriamento Remoto (CSR/IBAMA) (2010), no ano de 2008, a estimativa da vegetação remanescente natural do Bioma Pampa era de apenas 36,03% e a vegetação suprimida era de 53,98%.

Segundo Guarino et al. (2018), há uma necessidade evidente de restauração ecológica no Bioma Pampa, tanto para ambientes campestres, quanto florestais. Entre as diversas técnicas de restauração, destaca-se o plantio de árvores nativas em grupos ou ilhas de diversidade (REIS et al., 2014), a técnica tem por objetivo criar pequenas manchas florestais com alta diversidade, fazendo com que, no decorrer do tempo, esses núcleos irradiem para toda a extensão da área (YARRANTON; MORRISON, 1974).

A avaliação de um ambiente restaurado ou em processo de restauração deve ser feita mediante monitoramento por meio de indicadores ecológicos (DARONDO et al., 2013). Por meio do monitoramento, é possível identificar e corrigir as falhas de planejamento e execução do projeto em vista a se obter resultados satisfatórios. Os indicadores levam à percepção do sucesso ou não, das metas estabelecidas no projeto ou à viabilidade das metodologias aplicadas (LIMA et al., 2015).

O banco de semente do solo expressa a dinâmica natural da vegetação, tornando-se assim, indicador do potencial de resiliência (TRES et al., 2007). O banco de semente do solo é um sistema dinâmico (BARBOSA, 2012), pois o acúmulo de sementes no solo varia conforme as entradas e saídas. As entradas provêm de mecanismos de dispersão (chuva de semente) e as saídas ocorrem através de respostas fisiológicas relacionadas com estímulos ambientais (germinação), bem como pela viabilidade e predação de sementes (GASPARINO et al., 2006).

O estabelecimento de espécies a partir do banco de semente é um indicador de velocidade em que ocorrerá o processo de regeneração da área perturbada (BARBOSA, 2012). Com sua dinâmica, composição florística e densidade, o banco de sementes do solo, pode ser um bom indicador do estado de conservação e do potencial de restauração de ecossistemas degradados (MARTINS et al., 2015).

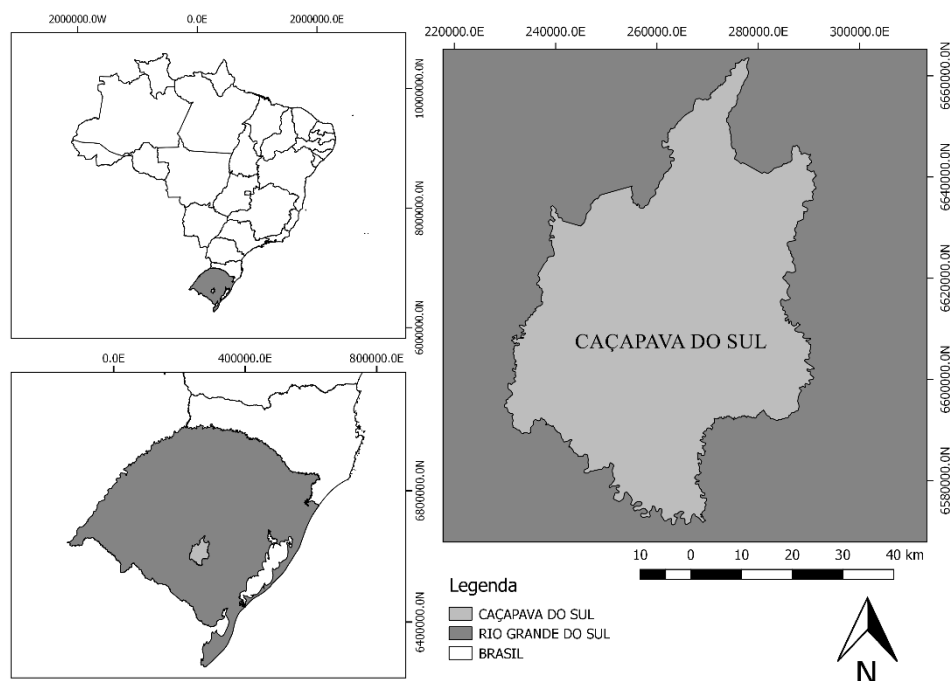
Diante disso, o presente estudo tem como objetivo, avaliar o potencial de regeneração natural a partir do banco de sementes do solo em Área de Preservação Permanente de formação florestal na região da Serra do Sudeste, Bioma Pampa. A hipótese da presente pesquisa é que o banco de sementes do solo é um bom indicador ecológico para avaliar a restauração passiva e por plantio em núcleos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul, (Figura 1), pertencente a empresa CMPC Celulose Riograndense, denominado horto “Arroio Divisa”.

Figura 1 - Localização do município de Caçapava do Sul, RS.



Fonte: Autor.

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida, a temperatura média anual é de 18,1° C

(ALVARES, et al., 2013). A precipitação média anual é de 133,75 mm, sendo que setembro foi o mês com maior precipitação no ano de 2018 (INMET, 2018).

O município de Caçapava do Sul, RS, está inserido no Bioma Pampa, na região da Serra do Sudeste, também chamada de Escudo Rio-Grandense (SEMA, 2001). O solo é classificado como Neossolo Regolítico, ocupando um relevo ondulado a forte ondulado, associado a afloramentos de rocha (STRECK et al, 2008).

A vegetação da região é composta por campos limpos nas coxilhas e altos das serras, campos sujos nas partes planas e úmidas, estando em conexão com vassourais. Há também formações florestais, capões e matas (IBGE 1996; SEMA, 2001; OVERBACK 2015).

Para a realização deste estudo, foram selecionadas quatro áreas, três definidas como APP (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos e características das áreas de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.

Áreas	Tratamento	Características		
		Hectares	Idade	APP
Área 1	Restauração ativa	0,5	07 anos	X
Área 2	Restauração passiva	0,5	12 anos	X
Área 3	Plantio comercial de Eucalipto	-	03 anos	
Área 4	Mata nativa	24,0	-	X

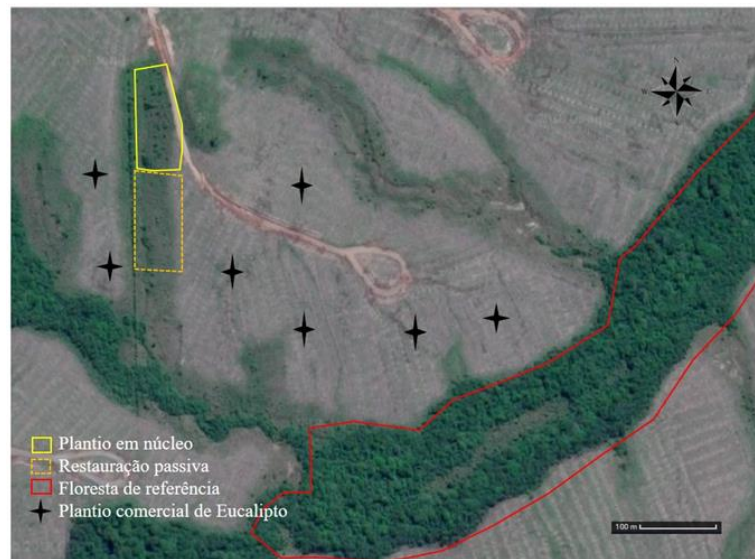
Fonte: Autor

A estratégia usada pela empresa CMPC Celulose Riograndense na restauração ativa, foi o plantio em núcleos, utilizando espécies florestais nativas, implantando 40 núcleos/hectare de forma aleatória, com cinco indivíduos por núcleo.

A área de restauração passiva encontra-se isolada por cercamento há 12 anos, após retirada de bovinos.

O plantio comercial de eucalipto encontra-se no entorno das áreas. E, a mata nativa caracteriza-se como fragmento de florestal estacional, possui efeito de borda em toda extensão, sendo a largura média de 150 metros e extensão de 1,6 km.

Figura 2 - Representação das quatro áreas estudadas no município de Caçapava do Sul, RS.



Fonte: Autor

Banco de sementes do solo

O banco de semente do solo foi coletado uma única vez, no mês de outubro de 2017, com o auxílio de um gabarito de madeira de 25 cm x 25 cm a uma profundidade de 5 cm da superfície do solo (Figura 3). Coletou-se dez repetições de amostras de forma aleatória. As amostras foram retiradas com uma pá de corte, alocadas em sacos plásticos, identificados de acordo com a área e levados à casa de sombra no departamento de solos nas dependências da UFSM.

As amostras foram armazenadas em bandejas plásticas de três litros cada, alocadas de forma aleatória em bancadas (Figura 4) para a germinação das sementes. Como forma de averiguar a contaminação de propágulos externos à casa de sombra, usou-se dez bandejas plásticas como testemunhas, contendo substrato comercial, distribuídos aleatoriamente entre as bandejas com as amostras. A irrigação foi feita diariamente de forma manual com auxílio de regadores de jardim.

Figura 3 - Coleta do banco de sementes do solo com uso de gabarito de madeira e pá de corte.



Fonte: Autor

Figura 4 - Armazenamento do banco de sementes do solo em bandejas plásticas em casa de sombra no departamento de solos da UFSM.



Fonte: Autor

O estudo foi conduzido por doze meses, a avaliação foi feita a cada três meses. As plântulas emergentes foram contabilizadas, identificadas e removidas das bandejas no momento das avaliações. Considerou-se semente germinada, quando houve a emissão da plântula, como descreve Stockman et al. (2007), que definiu como plântula normal, o desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião.

A classificação das famílias seguiu o APG IV (2016) (Angiosperm Phylogen Group). As espécies que não puderam ser identificadas in loco, foram identificadas com a ajuda de especialistas. As espécies foram classificadas quanto à síndrome de dispersão, e a forma de vida.

Análise dos dados

A quantidade de sementes germinadas e a síndrome de dispersão dos indivíduos germinados em cada área de estudo foi submetida ao testes Shapiro Wilk e Bartlett para verificar às pressuposições de normalidade da distribuição de erros e homogeneidade de variâncias, respectivamente. Os pressupostos não foram atendidos, por isso a quantidade de sementes germinadas e a síndrome de dispersão foram avaliadas por meio da análise não paramétrica de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). As análises foram feitas com auxílio do programa R (versão 3.5), usando o pacote Agricolae.

Foram calculados o índice de diversidade de Shannon (MAGURRAN, 1998), equitabilidade de Pielou (PIELOU, 1975) e similaridade entre as áreas pelo índice de Jaccard (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974) com auxílio do programa PAST versão 2.17 (HAMMER et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de doze meses em que o banco de semente permaneceu na casa de sombra, 1.937 sementes germinaram. O teste de Kruskal Wallis, em nível de 5% de erro, demonstrou que houve diferença significativa na quantidade de sementes germinadas entre as áreas estudadas (Tabela 3). As áreas de plantio em núcleo, restauração passiva e mata nativa diferiram da área de plantio comercial de eucalipto. Não houve germinação de sementes nas bandejas de controle, ou seja, não houve contaminação por propágulos externos.

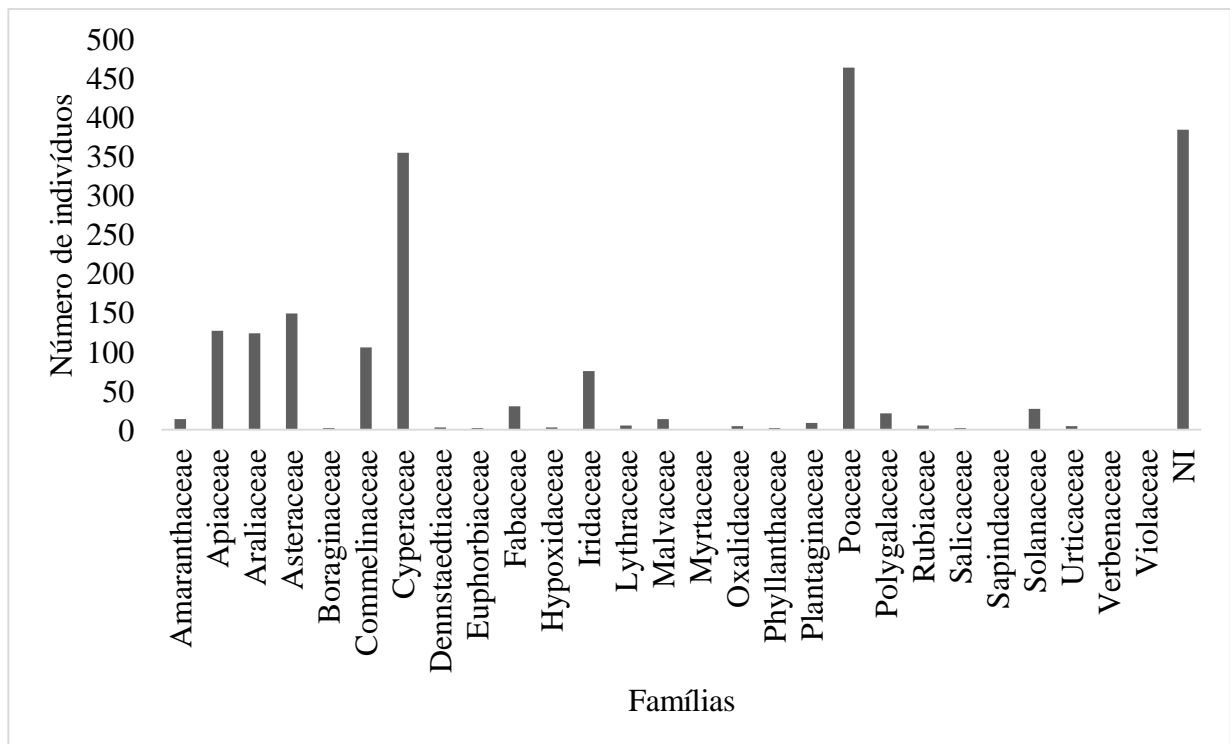
Dentre as sementes germinadas, 73 foram identificadas (Tabela 2), sendo 62 em nível de espécie e 11 em nível de gênero, distribuídas em 26 famílias botânicas. O total de plântulas

não identificadas foi de 47. As famílias com maior riqueza de espécies foram: Poaceae (17 espécies) e Cyperaceae (12 espécies) (Figura 5). O estudo de Neto et al. (2017) sobre o banco de semente em área restaurada também apresentou uma alta riqueza da família Poaceae.

Em relação às espécies mais abundantes, a área 1 apresentou: *Ichnanthus* sp., *Fimbristylis dichotoma*, *Setaria parviflora*, *Hydrocotyle* sp., representando 32,89% dos indivíduos germinados. Na área 2 as espécies foram: *Centella asiatica*, *Ichnanthus* sp., *Rhynchospora tenuis*, *Hydrocotyle* sp. representando 52,81% dos indivíduos germinados.

A área 3 predominaram *Sisyrinchium* sp., *Hydrocotyle* sp., *Polygala* sp., *Steinchisma hians*, representando 35,01% dos indivíduos germinados. Na área 4 as espécies foram: *Commelina* sp., *Paspalum plicatulum*, *Conyza bonariensis*, *Fimbristylis dichotoma*, *Cyperus incomtus* representando 51,11% dos indivíduos germinados.

Figura 5 – Número de indivíduos por família botânica presente no banco de semente do solo nas áreas de estudo no município de Caçapava do Sul, RS.



Legenda: NI: Não Identificadas

Fonte: Autor

Tabela 2 - Lista de famílias, espécies, quantidade de sementes germinadas, forma de vida e síndrome de dispersão do banco de sementes do solo para área com plantio em núcleos (A1), área em restauração passiva (A2), área com plantio de eucalipto (A3) e mata nativa (A4), em Caçapava do Sul, RS.

(continua)						
Famílias/Espécies	A1	A2	A3	A4	FV	SD [†]
Amaranthaceae						
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken	8	1	5	0	H	AUT
Apiaceae						
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb	8	92	0	0	H	AUT
<i>Cydospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ex Britton & P. Wilson	27	0	0	0	H	NC
Araliaceae						
<i>Hydrocotyle</i> sp.	48	48	16	12	H	AUT
Asteraceae						
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	8	12	1	0	H	ANE
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	20	14	3	14	B	ANE
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak	0	0	0	1	H	ANE
<i>Chevreulia acuminata</i> Less.	0	0	0	1	H	ANE
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	0	0	2	47	H	ANE
<i>Gamochoaeta coarctata</i> (Willd.) Kerguélen	6	0	3	5	H	ANE
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	0	0	0	5	H	NC
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less	4	0	0	0	H	ANE
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H. Rob.	0	0	0	3	H	ANE
Boraginaceae						
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E. Mill.	0	0	0	2	A	ANE
Commelinaceae						
<i>Commelina</i> sp.	0	1	0	105	H	AUT
Cyperaceae						
<i>Carex phalaroides</i> Kunth.	0	0	0	3	H	NC
<i>Carex sororia</i> Kunth	19	0	0	0	H	NC
<i>Cyperus incomtus</i> Kunth	0	0	0	36	H	AUT
<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth	20	0	0	23	H	AUT
<i>Cyperus</i> sp.	3	0	0	0	H	ANE
<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Link	3	6	0	10	H	AUT
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (Retz.) Vahl	52	17	3	39	H	AUT
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	16	0	0	1	H	AUT
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	1	0	0	3	H	AUT

[†]Referências bibliográficas: FELKER, R.M. **Regeneração Natural e relações ambientais em área de controle de bambusa tuldoides Munto**. 2018. 161 p. Tese (Doutorado em Engenharia florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2018.

PIAIA, B.B. **Transposição do banco de sementes como estratégia de restauração ecológica para floresta estacional decidual, Santa Maria, RS**. 2015, 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

	(continuação)					
<i>Rhynchospora setigera</i> (Kunth) Boeck	0	2	0	0	H	AUT
<i>Rhynchospora</i> sp.	3	9	0	9	H	AUT
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link	12	49	0	15	H	AUT
Dennstaedtiaceae						
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	3	0	0	0	H	ANE
Euphorbiaceae						
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	0	0	0	1	A	ZOO
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	0	0	0	1	A	ZOO
Fabaceae						
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	0	1	3	0	B	NC
<i>Desmodium incanum</i> DC.	18	4	0	0	H	ZOO
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel.	0	1	0	0	H	NC
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	0	1	0	0	H	ZOO
Hypoxidaceae						
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	0	2	1	0	H	AUT
Iridaceae						
<i>Sisyrinchium micrathum</i> Cav.	0	0	3	0	H	AUT
<i>Sisyrinchium</i> sp.	10	8	44	11	H	AUT
Lythraceae						
<i>Cuphea</i> sp.	5	0	0	1	H	NC
Malvaceae						
<i>Sida rhombifolia</i> L.	0	0	13	0	H	ZOO
<i>Sida</i> sp.	1	0	0	0	H	ZOO
Myrtaceae						
<i>Psidium guajava</i> L.	0	0	0	1	A	ZOO
Oxalidaceae						
<i>Oxalis eriocarpa</i> DC.	0	0	1	0	H	AUT
<i>Oxalis lasiopetala</i> Zuccarini	3	1	0	0	H	AUT
Phyllanthaceae						
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	0	2	0	0	H	ZOO
Plantaginaceae						
<i>Plantago australis</i> Lam.	0	0	8	0	H	ZOO
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	0	0	1	0	H	ZOO
Poaceae						
<i>Axonopus affinis</i> Chase	0	2	4	11	H	ANE
<i>Danthonia</i> sp.	22	3	0	0	H	NC
<i>Eleusine tristachya</i> (Lam.) Lam	0	0	0	1	H	NC
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	2	0	0	0	H	AUT
<i>Eragrostis neesii</i> Trin.	1	13	3	2	H	AUT
<i>Eragrostis plana</i> Nees	16	0	0	1	H	ANE
<i>Ichnanthus</i> sp.	76	55	9	6	H	ZOO
<i>Laersia hexandra</i> Sw.	1	0	0	0	H	ANE
<i>Luziola peruviana</i> Juss. ex J. F. Gmel.	0	9	0	0	H	ANE
<i>Mnesithea selloana</i> (Hack.) de Koning & Sosef	19	4	0	0	H	ANE

	(continuação)					
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx	11	11	4	47	H	ANE
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.	4	3	0	0	H	AUT
<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	19	3	0	0	H	AUT
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	2	4	1	2	H	ANE
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	2	0	0	1	H	ZOO
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	49	10	13	2	H	ANE
<i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash	0	0	15	1	H	AUT
Polygalaceae						
<i>Polygala</i> sp.	5	1	15	0	H	NC
Rubiaceae						
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schtdl.	0	0	0	1	B	ZOO
<i>Diodia brasiliensis</i> (Benth.) Stande	0	0	0	4	B	NC
<i>Gallium</i> sp.	0	1	0	0	H	NC
Salicaceae						
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	0	0	0	2	A	ZOO
Sapindaceae						
<i>Serjania laruotteana</i> Cambess	0	0	1	0	LI	ANE
Solanaceae						
<i>Solanum americanum</i> Mill.	11	10	1	3	H	ZOO
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Seed	2	0	0	0	H	ZOO
Urticaceae						
<i>Urtica circularis</i> (Hicken) Sorarú	2	0	0	3	H	ANE
Verbenaceae						
<i>Glandularia selloi</i> (Spreng.) Tronc.	0	1	0	0	H	NC
Não identificadas						
NI 1	0	3	0	0	NI	NI
NI 2	0	0	0	1	NI	NI
NI 3	0	0	0	2	NI	NI
NI 4	0	0	0	1	NI	NI
NI 5	0	1	7	0	NI	NI
NI 6	0	0	1	6	NI	NI
NI 7	14	0	0	0	NI	NI
NI 8	0	0	5	3	NI	NI
NI 9	1	0	3	9	NI	NI
NI 10	0	0	0	3	NI	NI
NI 11	0	0	0	1	NI	NI
NI 12	0	0	0	1	NI	NI
NI 13	0	0	0	1	NI	NI
NI 14	1	0	0	0	NI	NI
NI 15	1	0	0	6	NI	NI
NI 16	0	0	0	1	NI	NI
NI 17	5	1	0	0	NI	NI
NI 18	0	0	3	0	NI	NI
NI 19	0	0	0	1	NI	NI

	(conclusão)					
NI 20	1	0	0	0	NI	NI
NI 21	21	6	2	29	NI	NI
NI 22	0	0	3	0	NI	NI
NI 23	1	0	0	0	NI	NI
NI 24	16	0	0	0	NI	NI
NI 25	0	0	2	0	NI	NI
NI 26	2	0	0	0	NI	NI
NI 27	0	0	2	0	NI	NI
NI 28	0	0	0	12	NI	NI
NI 29	26	1	7	10	NI	NI
NI 30	0	0	3	0	NI	NI
NI 31	0	0	0	1	NI	NI
NI 32	0	0	0	1	NI	NI
NI 33	0	0	0	1	NI	NI
NI 34	12	0	0	0	NI	NI
NI 35	2	0	0	0	NI	NI
NI 36	0	1	0	0	NI	NI
NI 37	0	0	3	0	NI	NI
NI 38	22	0	0	0	NI	NI
NI 39	4	5	0	7	NI	NI
NI 40	1	0	2	0	NI	NI
NI 41	0	0	2	1	NI	NI
NI 42	8	2	1	1	NI	NI
NI 43	0	0	1	0	NI	NI
NI 44	0	5	0	0	NI	NI
NI 45	2	0	8	1	NI	NI
NI 46	0	15	30	0	NI	NI
NI 47	0	20	0	0	NI	NI

FV = Forma de vida; SD = Síndrome de dispersão; NC = Não consta; NI = Não identificado.

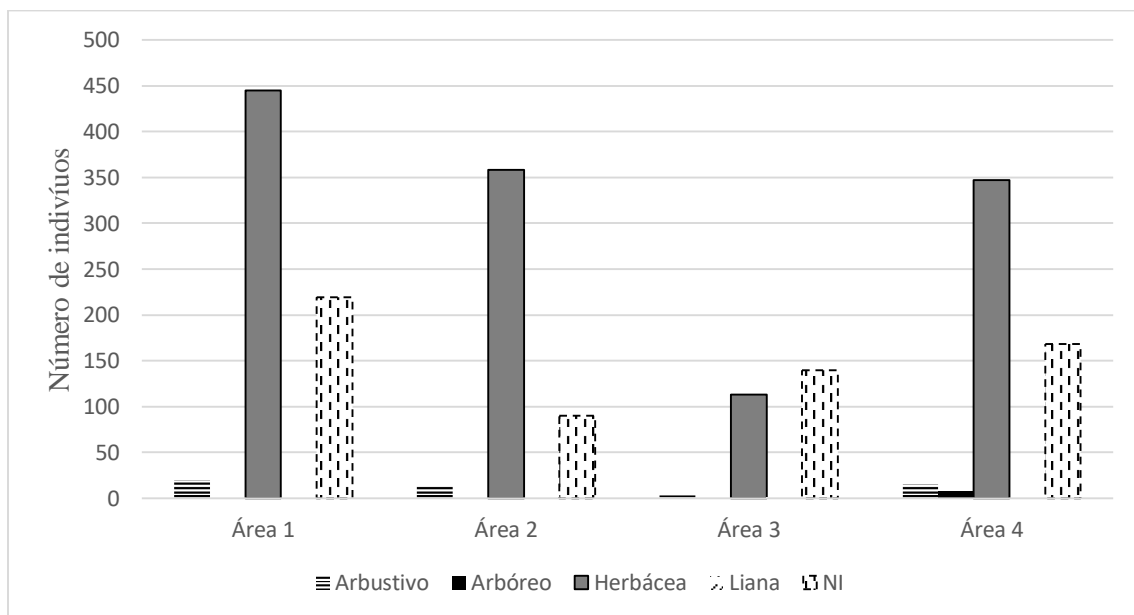
Fonte: Autor

Houve elevada presença de herbáceas, nas áreas de estudo (Figura 6). Na área 1, 65,05% dos indivíduos foram herbáceas, na área 2, 77,48%, área 3, 43,96% e área 4, 64,61%. Piaia et al. (2017) também encontraram a predominância de herbáceas em fragmentos florestais em área de transição entre o Bioma Mata Atlântica e Pampa. A presença elevada de herbáceas também foi encontrado por Neto et al. (2017) em área restaurada no Sudeste do Brasil. A presença de espécies herbáceas em ambientes perturbados é fundamental para o restabelecimento de comunidades vegetais (CAPELLESSO et al., 2015), sendo um bom indicador de resiliência (MARTINS, 2008). É comum observar maior número de espécies herbáceas no início de povoamento em áreas degradadas (OLIVEIRA et al., 2018), pois geralmente apresentam

dormência facultativa, além de possuírem mecanismos eficientes de dispersão (GASPARINO et al., 2006).

Verificou-se presença de lianas apenas na área 3 (1 indivíduo), espécies arbóreas foram identificadas apenas na área 4 (7 indivíduos) fator esse que pode ser explicado devido a área ser mata nativa. As espécies arbustivas foram encontradas em todas as áreas, com maior quantidade na área 1 (20 ind.), seguida pela área 4 (15 ind.), área 2 (14 ind.) e área 3 (3 ind.) (Figura 6). De acordo com Oliveira et al. (2018) o reduzido número de indivíduos de espécies arbóreas e arbustivas, quando comparadas com espécies herbáceas encontradas no banco de sementes do solo, pode ser explicado pelo fato da área estar em processo inicial de sucessão ecológica.

Figura 6 – Número de indivíduos do banco de sementes do solo por forma de vida para as quatro áreas de estudo em Caçapava do Sul, RS.



Em que: (Área 1): plantio em núcleos;(Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

Fonte: Autor

Quanto à síndrome de dispersão das sementes germinadas, 19,65% dos indivíduos são anemocóricos, 37,05% autocóricos, 17,02% zoocóricos e 26% não foram identificadas. As síndromes de dispersão diferiram entre as áreas estudadas pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) (Tabela 3).

A síndrome de dispersão autocórica apresentou maior porcentagem de indivíduos, o que pode ser explicado pela elevada presença de herbáceas nas áreas de estudo. A área com maior autocoria foi a 4, o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) não demonstrou diferença

significativa entre essa área e as áreas 1 e 2, já a área 2 foi semelhante à área 3 (Tabela 3). Segundo Souza et al. (2017) espécies com síndrome de dispersão autocóricas são, em sua maioria, espécies herbáceas de ciclo curto.

A área 1 apresentou valor superior para a síndrome de dispersão anemocórica, sendo estatisticamente semelhante à área 4 e 3. A área 2 apresentou a menor média de sementes germinadas anemocóricas.

Já a presença de anemocoria em valores significativos na área 4, pode ser um indicativo de fragmento florestal perturbado, pois segundo Venzke et al. (2014) a síndrome é menos frequente em florestas conservadas. Outro fator que pode estar relacionado, é o tamanho do fragmento estudado, sendo ele estreito e composto praticamente de bordadura.

A síndrome de dispersão zoocórica foi estatisticamente semelhante entre as áreas 1 e 2 e entre as áreas 3 e 4. Na área 3, o plantio comercial de eucalipto pode estar sendo uma barreira na chegada de propágulos, acarretando em uma baixa germinação e estabelecimento de indivíduos.

Tabela 3 - Número médio de sementes germinadas por área no banco de sementes do solo e síndrome de dispersão, no município de Caçapava do Sul, RS.

Áreas	Sementes		Síndrome de dispersão		
	NG	Ane.	Aut.	Zoo.	NI
Área 1	68,4 a*	10,2 a	18,4 a	9,1 a	30,7 a
Área 2	51,5 a	4,3 b	14,2 ab	6,9 a	26,1 a
Área 3	24,4 b	5,8 ab	7,4 b	2,3 b	8,9 b
Área 4	49,7 a	9,30 a	21,3 a	1,5 b	17,6 ab

Em que: NG = número médio de sementes germinadas; Ane = anemocóricas; Aut = autocóricas; Zoo = zoocóricas; NI = Não Identificadas. (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa.

* Médias seguidas por mesma letra, em colunas, não diferem entre si, pelo teste Kruskal-wallis a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autor.

Em relação aos índices de diversidade (Tabela 4), a área 1 apresentou índice de Shannon mais elevado. O mesmo ocorreu com o índice de equitabilidade de Pielou, indicando que entre as áreas, a área 1 (restauração ativa por plantio em núcleos) possui maior diversidade e maior uniformidade de espécies. Os índices mais elevados na área 1 podem ser explicados, possivelmente devido a presença dos núcleos na área, pois comparando com a área 2, a qual está em restauração passiva, os índices foram mais baixos.

Tabela 4 - Índice de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou para o banco de semente do solo em plantio em núcleos (A1), restauração passiva (A2), plantio de eucalipto (A3) e mata nativa (A4), no município de Caçapava do Sul, RS.

Áreas	H'	J'
Área 1	3,50	0,86
Área 2	2,92	0,76
Área 3	3,13	0,83
Área 4	3,17	0,76

Em que: H' = índice de diversidade de Shannon; J' = índice de equitabilidade de Pielou. (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa. Fonte: Autor.

Nesse estudo, o índice de similaridade de Jaccard entre as áreas variou entre 0,3725 e 0,5416 (Tabela 5). O índice de Jaccard precisa ser maior que 0,25 para representar similaridade (MULLER; ELLENBERG, 1974) e maior ou igual a 0,5 para indicar alta similaridade (KENT; COKER, 1992).

Tabela 5 - Matriz de similaridade florística pelo índice de Jaccard para o banco de sementes do solo no município de Caçapava do Sul, RS.

	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
Área 1	1	0,5416	0,3725	0,4898
Área 2	-	1	0,4761	0,3829
Área 3	-	-	1	0,4878
Área 4	-	-	-	1

Em que: (Área 1): plantio em núcleos; (Área 2): área em restauração passiva; (Área 3): área com plantio de eucalipto e (Área 4): mata nativa. Fonte: Autor.

É possível observar maior similaridade entre as áreas 1 e 2 (0,5416) quando comparado com as restantes, podendo ser explicado devido à proximidade entre essas áreas e o histórico de uso do solo, uma vez que estas apresentaram maiores porcentagens de herbáceas entre as áreas.

Diante disso, alguns aspectos podem ser mencionados: (1) o plantio de mudas em núcleos na área 1 podem estar favorecendo o banco de sementes do solo; (2) devido à proximidade da área 3 com a área 4, esta possui banco de sementes muito similar a mata nativa e em condições favoráveis propicia a germinação.

CONCLUSÃO

O banco de sementes do solo é um indicador eficiente para expressar o potencial de regeneração natural na área de estudo.

O mosaico regional de espécies campestres, arbustivas e florestais influencia no potencial de regeneração, haja vista o predomínio de espécies herbáceas.

A área de mata nativa apresenta-se como floresta alterada, provavelmente pelo formato alongado e área do remanescente, o que favorece efeito de borda e reduz a expressão de espécies de estágios sucessionais mais avançados.

A restauração passiva apresenta-se lenta na região do estudo, gerando uma formação arbustiva típica de sucessão inicial que, no entanto, se torna cronologicamente estável.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014.

APG IV - An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, London, 2016.

BARBOSA, J. M.; EISENLOHR, P. V.; RODRIGUES, M. A. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: MARTINS, S.V. Ecologia de florestas tropicais do Brasil. 2 ed. Viçosa, MG, Cap.3, 2012.

BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: PILLAR, V. de P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; JACQUES, A. V. Á. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. cap. 7, p. 101-121.

CAPELLESSO, E. S.; SANTOLIN, S. F.; ZANIN, E. M. Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no Sul do Brasil. Revista Árvore, Viçosa, v. 39, n.5, p.821-829, jun. 2015.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Monitoramento do desmatamento nos Biomas brasileiros por satélite. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tecnico_monitoramento_desmate_bioma_pampa_72.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Ecossistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. Hoehnea. v. 40, n. 3, p. 485-498, 2013.

- GASPARINO, D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. *Revista Árvore*, v.30, n. 1, p.1-9, 2006.
- GUARINO, E. S. G.; OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; MULLER, S. C.; ROVEDDER, A. P.; FREITAS, T. C.; GOMES, G. C.; NORONHA, A. H.; MIURA, A. K.; SOUSA, L. P.; SANT'ANNA, D. M.; CHOMENKO, L.; MOLZ, M.; MAHLER JÚNIOR, J. K. F.; MOLINA, A. R.; ESPINDOLA, V. S. Espécies de plantas prioritárias para projetos de restauração ecológica em diferentes formações vegetais no Bioma Pampa: primeira aproximação. *Embrapa Clima Temperado. Documentos*, 457. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 79 p. 2018.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- IBGE. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1986. 796p. 6 mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, 2018. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 04/01/2019.
- KENT, M.; COKER, P. *Vegetation description analyses*. Behaven Press, London. 363p. 1992.
- LIMA, P. A. F.; PACHÊCO, B. S.; SOUSA, S. R.; GATTO, A.; AQUINO, F. G.; ALBUQUERQUE, L. B. Indicadores ecológicos: ferramentas para o monitoramento do processo de restauração ecológica. *Documentos/Embrapa Cerrados*, Planaltina, DF, 2015, 47 p.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurements*. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179 p.
- MARTINS, S. V. *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015. 376 p.
- MARTINS, S. V.; ALMEIDA, D. P.; FERNANDES, L. V.; RIBEIRO, T. M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. *Árvore*, v. 32, n. 6, p. 1081-1088, 2008.
- MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: J. Wiley, 1974. 347 p.
- NETO, A. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. de A.; LOPES, A. T.; DEMOLINARI, R. de A. Banco de Sementes em Mina de Bauxita Restaurada no Sudeste do Brasil. *Floresta e Ambiente*, v. 24, 2017.
- OLIVEIRA, T. J. F. de.; BARROSO, D. G.; ANDRADE, A. G. de.; FREITAS, I. L. J.; AMIM, R. T. Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região noroeste Fluminense. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 206-217, jan./ mar., 2018.
- OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; CARMO, M. R. B. do.; GARCIA, É. N.; MORO, R. S.; PINTO, C. E.; TREVISAN, R. ZANNIN, A. Fisionomia dos Campos. In: PILLAR, V. de. P.; LANGE, O (Coord). *Os Campos do Sul*. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - UFRGS, 2015. cap. 3, p. 33-44.

- PIAIA, B. B.; ROVEDDER, A. P. M.; STEFANELLO, M. de M.; FELKER, R. M.; PIAZZA, E. M. Análise do banco de sementes visando estratégia de transposição para a restauração ecológica no Rio Grande do Sul. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 47, n. 3, p. 221-228, jul./set. 2017.
- PIELOU, E. C. *Ecological diversity*. New York: Wiley, 1975. 165 p.
- R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20/12/2018.
- 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.
- SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório final do inventário florestal contínuo no Rio Grande do Sul. Departamento de florestas e áreas protegidas. 2001. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>>. Acessado em: 10/12/2018.
- SOUZA, S. C. P. M. de.; RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A. O banco de sementes e suas implicações na diversidade da Floresta Ombrófila Densa Submontana no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea*, v. 44, n. 3, p. 378-393, 2017.
- STOCKMAN, A. L.; BRANCALION, P.H.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMA, H.M.C.P. Sementes de ipê branco tabebuia roseo-alba (ridl.) sand. bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. *Revista brasileira de sementes*. v. 29, n.3, p. 139-143, 2007.
- STRECK, E.V. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.
- TRES, D. R.; SANTA'ANNA, C. S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS, U.; REIS, A. Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 1, p. 309-311, jul. 2007.
- VENZKE, T. S.; MARTINS, S. V.; NERI, A. V.; KUNZ, S. H. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlântica Arroio do Padre, RS, Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, v.38, n.3, p.403 - 413, jun./mar. 2014.
- YARRANTON, G.A.; MORRISON, R.G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology*, v. 62, p. 417- 428. 1974.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por mais que a área de restauração passiva esteja cinco anos à frente no processo de restauração, apresenta sinais de estágio inicial. No entanto, a dinâmica de formação de vassourais é típica da região. Sendo assim, talvez esse processo e sua cronologia de regeneração seja natural e não pode ser comparado com restauração passiva de outros ecossistemas. Cabe aqui, a continuidade do monitoramento, no sentido de aumentar o conhecimento sobre as formações regionais.

O predomínio de espécies herbáceas no banco de sementes do solo é comum em áreas que tiveram sua cobertura original suprimida. Além disso, o mosaico de formações campestres, arbustivas e florestais da região favorece essa condição. No caso da área de mata nativa, esse resultado inspira atenção, pois demonstra características de floresta alterada. O fragmento possui formato alongado, o que favorece o efeito de bordadura.

Faz-se importante o estudo de uso pretérito do solo e de cobertura original, para se elucidar se os vassourais formados com o isolamento para restauração passiva são a formação originária ou se pode considerar um neo-ecossistema.

A chuva de sementes e o banco de sementes do solo foram eficientes em caracterizar os mecanismos de regeneração e dispersão na área do estudo. No entanto, seu uso como indicadores em monitoramento de restauração necessita passar por adaptações, no intuito de simplificar os processos de amostragem. Faz-se necessário aumentar a produção científica, a formação de coleções e descrição morfológica das sementes nativas da região do Pampa, intensificar a capacitação humana e a popularização do conhecimento.

Para haver maior entendimento de estratégias de restauração implantadas no Bioma Pampa, sugere-se que mais indicadores sejam avaliados em longo prazo, contribuindo assim para o aperfeiçoamento das técnicas e no auxílio em futuros projetos de restauração neste importante Bioma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREASEN, J. K.; NEILL, R. V.; NOSS, R.; SLOSSER, N. C. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. **Ecological Indicators**, v.1, p. 21–35, 2001.
- AMARAL, G. A.; AITA, M. F.; MALDANER, J.; TAROUÇO, A.K. A produção animal como opção ao controle do capim-annoni e a conservação do Pampa. In: CHOMENKO, L.; MOURA, L. A. (Coord). **RS Biodiversidade**. 14. Ed. Porto Alegre: Fundação Zoo Botânica, 2016. p.30.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n. 1, p.35 - 44, 2001.
- BARBOSA, J. M.; EISENLOHR, P. V.; RODRIGUES, M. A. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: MARTINS, S.V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2 ed. Viçosa, MG, Cap.3, 2012.
- BATTILANI, J. L. **Chuva de sementes em trecho de floresta ripária, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2010. 173 p. Tese (Doutorado Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MT, 2010.
- BEHLING, H.; PIERUSCHKA-JESKE, V.; SCHULLER, L.; PILLAR, V. P. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante quaternário tardio. In: PILLAR, V. de. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de. S.; JACQUES, A. V. Á. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. cap. 1, p. 101-121.
- BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: PILLAR, V. de. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de. S.; JACQUES, A. V. Á. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. cap. 7, p. 101-121.
- BRAGA, A. J. T.; DE LIMA E BORGES, E. E.; MARTINS, S. V. Chuva de sementes em estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa-MG. **Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 475-485, 2015.
- BRANCALION, P.H.S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de textos. 2015. p. 431.
- BRASIL. Lei 12.651, 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 mai. 2014.
- BRASIL. Decreto 8.972, 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. **Diário da União**, Poder executivo, Brasília, DF, 24. Jan. 2017.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, L. C.; SILVA, E. S.; GLERIANI, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.871-880, 2013.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Monitoramento do desmatamento nos Biomas brasileiros por satélite. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tecnico_monitoramento_desmate_bioma_pampa_72.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

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

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**. v. 1, p. 3-10, aug. 2001.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Ecosistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Hoehnea**. v. 40, n. 3, p. 485-498, 2013.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. **Cadernos da Mata Ciliar**. v.4. São Paulo, SP. 2011.

DURIGAN, G., ENGEL, V. L. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir. In: MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2. ed. Viçosa, MG. cap. 2. 2015.

ECHER, R.; CRUZ, J. A. W. da.; ESTRELA, C. C.; MOREIRA, M.; GRAVATO, FILIPE. Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. **Revista Thema**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 4-12, 2015.

GUARINO, E. S. G.; OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; MULLER, S. C.; ROVEDDER, A. P.; FREITAS, T. C.; GOMES, G. C.; NORONHA, A. H.; MIURA, A. K.; SOUSA, L. P.; SANT'ANNA, D. M.; CHOMENKO, L.; MOLZ, M.; MAHLER JÚNIOR, J. K. F.; MOLINA, A. R.; ESPINDOLA, V. S. Espécies de plantas prioritárias para projetos de restauração ecológica em diferentes formações vegetais no Bioma Pampa: primeira aproximação. **Embrapa Clima Temperado**. Documentos, 457. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 79 p. 2018.

HARDESTY, B. D.; PARKER, V. T. Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. **Plant Ecology**, v. 164, p. 49-64, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Mapas dos Biomas e da vegetação**. Brasil, 2004. Disponível em:

<<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>>. Acessado em: 15/10/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
RENOVÁVEIS INSTRUÇÃO. Normativa n. 4, de 13 de abril de 2011. Disponível
em:<http://www.ima.al.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/IN_04_11_prad.pdf>. Acesso em:
08/01/2019.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R. R.;
Leitão Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 261 p. Universidade
de São Paulo/Fapesp. São Paulo. 2000.

LIMA, P. A. F.; PACHÊCO, B. S.; SOUSA, S. R.; GATTO, A.; AQUINO, F. G.;
ALBUQUERQUE, L. B. Indicadores ecológicos: ferramentas para o monitoramento do
processo de restauração ecológica. Documentos/Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2015, 47
p.

MARCHI, M. M.; BARBIERI, R. L.; SALLÉS, J. M.; COSTA, F. A. da. Flora herbácea e
subarbustiva associada a um ecossistema de butiazal no Bioma Pampa. **Rodriguésia**, Rio de
Janeiro, v. 69, n. 2, p. 553-560, 2017.

MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2.ed. Viçosa:
Universidade Federal de Viçosa, 2015. 376 p.

MARTINS, S.V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2 ed. Viçosa, MG, 2012. Cap.3.

MESQUITA, M. L. R.; ANDRADE, L. A.; PEREIRA, W. E. Banco de sementes do solo em
áreas de cultivo e subsistência na Floresta Ombrófila aberta com Babaçu (*Orbygnia phalerata*
Mart.) no Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.677-688, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Bioma Pampa. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acessado em: 10/11/2018.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F.C.; FRANCO, A. A. Restauração florestal: do
diagnóstico de degradação ao uso de Indicadores ecológicos para o monitoramento das ações.
Oecologia Australis. v.14, p. 437-451, jun. 2010.

NETO, A. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. de A.; LOPES, A. T.; DEMOLINARI, R. de A.
Banco de Sementes em Mina de Bauxita Restaurada no Sudeste do Brasil. *Floresta e
Ambiente*, v. 24, 2017.

OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; CARMO, M. R. B. do.; GARCIA, É. N.; MORO, R.
S.; PINTO, C. E.; TREVSISAN, R. ZANNIN, A. Fisionomia dos Campos. In: PILLAR, V.
de. P.; LANGE, O (Coord). **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos -
UFRGS, 2015. cap. 3, p. 33-44.

PILLAR, V. de. P.; ANDRADE, B. O.; DADALT, L. Serviços Ecosistêmicos. In: PILLAR,
V. de. P.; LANGE, O. **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos -UFRGS,
2015. cap. 11, p. 117-124.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; AOKI, J. Chuva de sementes como indicadora do estágio de
conservação de fragmentos florestais em Sorocaba-SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24,
n. 4, p. 911-923, out./dez., 2014.

REID, L. L.; HOLL, K. D.; ZAHAWI, R. A. Seed dispersal limitations shift over time in tropical forest restoration. **Ecological Applications**, v. 25, p. 1072-1082, 2015.

REIS, A.; BECHARA, F. C. TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Sci. Agric.** v. 67, n. 2, p. 244-250, mar/apr 2010.

REIS, A.; ZAMBONIM, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. v. 14m p. 1-42, out. 1999.

RODRIGUES, E. **Ecologia da Restauração**. 1. Ed. Londrina, PR. 2013, 299 p.

SAAVEDRA, P. G.; ECHEVERRÍA, C.; NELSON, C. R. Ecological indicators for assessing ecological success of forest restoration: a world review. **Restoration Ecology**. 2017.

SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, V.T. Seed banks: General concepts and methodological issues. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T; SIMPSON, R.L. (Ed). **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press, p.3-8, 1989.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER) INTERNATIONAL. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Disponível em: <www.ser.org y>. Acesso 10 nov. 2018.

SOUZA, J. T.; FERRAZ, E. M. N. ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L. Does proximity to a mature forest contribute to the seed rain and recovery of an abandoned agriculture área in a semiarid climate. **Plant Biology**, v. 16, p. 748-756, 2014.

STEFANELLO, D.; BULHÃO, C. F.; MARTINS, S. V. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do Rio Pindaíba, MT. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.6, p.1051-1061, 2009.

SUDING, K. N. Toward an era of restoration in ecology: successes, failures and opportunities ahead. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 42:465–487, 2011.

TRES, D. R; SANTA'ANNA, C. S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS, U.; REIS, A. Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 1, p. 309-311, jul. 2007.

VAN DER PIJL. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. New York: Springer-Verlag, 1982.

VIEIRA, M. de S.; OVERBECK, G. E. Recuperação dos Campos. In: PILLAR, V. de P.; LANGE, O. **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - UFRGS, 2015. cap. 15, p. 151-156.

WALKER, B.; HOLLING, C. S.; CARPENTER, S. R.; KINZING, A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. **Ecology and society**, v. 9, n. 2, art. 5, 2004.

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

ZAHAWI, R. A.; AUGSPURGER. C. K. Tropical forest restoration: tree islands as recruitment foci in degraded lands of Honduras. **Ecological Applications** V.16: p. 464–478, 2006.