

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

Betina Camargo

**CONTROLE DE *Bambusa tuldoides* Munro E SEUS EFEITOS NA CHUVA  
DE SEMENTES EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

Santa Maria, RS  
2020

**Betina Camargo**

**CONTROLE DE *Bambusa tuldoides* Munro E SEUS EFEITOS NA CHUVA DE  
SEMENTES EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

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

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

Santa Maria, RS  
2020

CAMARGO, BETINA

Controle de *Bambusa tuldooides* Munro e seus efeitos na  
chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual /  
BETINA CAMARGO.- 2020.

42 p.; 30 cm

Orientadora: ANA PAULA MOREIRA ROVEDDER

Coorientadores: Adriano Arrué Melo, Ricardo Bergamo  
Schenato

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2020

1. Controle químico de bambu. 2. Controle mecânico de  
bambu. 3. Dispersão de sementes. 4. Sucessão ecológica.  
5. Mecanismos de regeneração. I. MOREIRA ROVEDDER, ANA  
PAULA II. Arrué Melo, Adriano III. Bergamo Schenato,  
Ricardo 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.

---

© 2020

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


E-mail: betinacamargo93@gmail.com

Betina Camargo

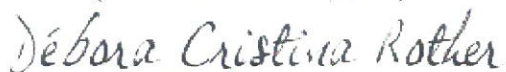
**CONTROLE DE *Bambusa tuldoides* Munro E SEUS EFEITOS NA CHUVA DE SEMENTES EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

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

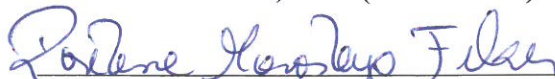
**Aprovado em 04 de março de 2020**



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



**Débora Cristina Rother, Dra. (UNICAMP) - Videoconferência**



**Roselene Marostega Felker, Dra. (SULCLEAN)**

Santa Maria, RS  
2020

*Dedico este trabalho a minha mãe Sonia Teresinha Camargo, pelo suporte e pelo amor incondicional ao longo dessa jornada. Obrigada mãe, amo você!*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus guias espirituais por me acompanharem durante essa jornada, pela força e proteção e por tornarem possível essa conquista.

À minha querida orientadora Ana Paula Moreira Rovedder pela orientação, pelo apoio, confiança, amizade e pelos ensinamentos ao longo desses seis anos de convivência.

À minha mãe Sonia Teresinha Camargo, minha irmã Brenda Camargo e minha sobrinha e afilhada Esmeralda pelo carinho e apoio.

Ao meu namorado Maurício pelo companheirismo, amor e paciência durante o processo de escrita e conclusão deste trabalho.

À equipe maravilhosa do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Áreas Degradadas (NEPRADE), pela parceria, trabalho em equipe, amizade e tantos momentos compartilhados ao longo dessa jornada.

Aos amigos e amigas, presentes nas conquistas e também nos momentos difíceis, Franciele Leonardi, Ana Paula Cabreira, Djoney Prochnow, Jéssica Croda, Maureen Stefanello, Aline Peccatti, Roselene Felker.

À empresa CMPC Celulose do Brasil pelo recurso financeiro disponibilizado para a realização deste trabalho e pela disponibilização das áreas de estudo.

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de estudos concedida.

*Sou grata!*

## RESUMO

### CONTROLE DE *Bambusa tuldoides* Munro E SEUS EFEITOS NA CHUVA DE SEMENTES EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

AUTORA: Betina Camargo

ORIENTADORA: Ana Paula Moreira Rovedder

A dominância de bambu em remanescentes florestais pode causar distúrbios nos mecanismos de sucessão ecológica (luz, temperatura, umidade, etc). Quando não manejadas, as espécies de bambu podem se tornar persistentes por longos períodos. Ainda assim, estudos sobre métodos de controle da dominância do bambu são escassos. O presente trabalho objetivou compreender como diferentes métodos de controle de bambu afetam a estrutura e a composição da chuva de sementes. O estudo foi desenvolvido no município de Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, abrangendo quatro áreas de florestas ripárias, três delas com dominância do bambu exótico *Bambusa tuldoides* Munro e uma livre de bambu, são elas: controle químico de bambu (CQ), controle mecânico de bambu (CM), bambu testemunha (BT), e um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual (FESD) como área de referência. A chuva de sementes foi avaliada durante 24 meses (jul/2015 a jun/2017), em 10 coletores de chuva de sementes de 1m<sup>2</sup> em cada área, totalizando 40 coletores, as coletas do material depositado nesses coletores foram realizadas trimestralmente. As sementes foram classificadas em morfoespécies, de acordo com a sua morfologia externa e contabilizadas. As áreas foram comparadas quanto a riqueza, abundância, diversidade, equabilidade, mecanismos de dispersão de sementes e composição florística da chuva de sementes. Foram encontradas diferenças significativas na estrutura e composição da chuva de sementes entre as áreas de controle de bambu, comparando com a área de referência (FESD) e bambu testemunha (BT). BT apresentou abundância de chuva de sementes estatisticamente menor que as outras áreas. CQ apresentou maior abundância total, devido à superabundância de uma morfoespécie (*Mikania* sp.), porém, a riqueza de espécies foi baixa e não diferiu de BT. Além disso, CQ apresentou baixo aporte de sementes com dispersão biótica, diferindo estatisticamente de FESD. Já CM apresentou abundância de sementes dispersas por meio biótico semelhante à área de referência (FESD). O controle mecânico de bambu (CM) demonstrou ser um método efetivo para o retorno e qualidade da chuva de sementes. Conclui-se que o controle mecânico de bambu é eficiente para promover o retorno da chuva de sementes. O controle químico de bambu não favorece a riqueza de espécies, possivelmente, necessita de mais tempo de monitoramento para que se possa evidenciar resultados mais expressivos.

**Palavras-chave:** Controle químico de bambu. Controle mecânico de bambu. Dispersão de sementes. Sucessão ecológica. Floresta subtropical.

## ABSTRACT

### CONTROL *Bambusa tuldoides* Munro AND ITS EFFECTS ON THE SEED RAIN IN SEASONAL SEMI-DECIDUOUS FOREST

AUTHOR: Betina Camargo

ADVISOR: Ana Paula Moreira Rovedder

The bamboo dominance in forest remnants can cause disturbances in the ecological succession mechanisms (light, temperature, humidity, etc.). When not managed, bamboo species can become persistent for long periods. Still, studies on methods of control bamboo dominance are scarce. The present work aimed to understand how different methods of bamboo control affect the structure and composition of the seed rain. The study was carried out in the municipality of Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, covering four areas of riparian forests, three of which the exotic bamboo-dominant *Bambusa tuldoides* Munro and one bamboo-free, they are: chemical control of bamboo (CQ), mechanical control of bamboo (CM), no control bamboo (BT), and a remnant of Seasonal Semideciduous Forest (FESD) bamboo-free. The seed rain was evaluated during 24 months (Jul / 2015 to Jun / 2017), in 10 seed traps 1m<sup>2</sup> in each area, totaling 40 seed traps, the collections of the material deposited in these collectors were carried out quarterly. The seeds were classified into morphospecies, according to their external morphology and accounted for. The areas were compared in terms of richness, abundance, diversity, equability, seed dispersal mechanisms and floristic composition of the seed rain. Significant differences were found in the structure and composition of the seed rain between the bamboo control areas, comparing with the reference area (FESD) and no control bamboo (BT). BT showed an abundance of seed rain statistically lower than the other areas. CQ showed a greater total abundance, due to the overabundance of a morphospecies (*Mikania* sp.), However, the species richness was low and did not differ from BT. In addition, CQ showed low input of seeds with biotic dispersion, differing statistically from FESD. CM presented abundance of seeds dispersed by biotic means similar to the reference area (FESD). The mechanical control of bamboo (CM) proved to be an effective method for the return and quality of seed rain. It is concluded that the mechanical control of bamboo is efficient to promote the return of seed rain. The chemical control of bamboo does not favor the richness of species, possibly, it needs more time of monitoring so that more expressive results can be evidenced.

**Keywords:** Mechanical control. Chemical control. Seed dispersal, Ecological succession, Subtropical forest



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
3.1	CHUVA DE SEMENTES .....	10
3.2	CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DAS FLORESTAS SECUNDÁRIAS .....	11
3.3	DOMINÂNCIA DE BAMBU EM REMANESCENTES FLORESTAIS.....	12
3.4	MANEJO DE ESPÉCIES EXÓTICAS .....	14
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
4.1	LOCAL DE ESTUDO.....	15
4.2	COLETA DE DADOS .....	18
4.3	ANÁLISE DOS DADOS .....	20
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
5.1	RIQUEZA DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA DA CHUVA DE SEMENTES .....	26
5.2	MECANISMOS DE DISPERSÃO DE SEMENTES E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA .....	28
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
6.1	RIQUEZA DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA DA CHUVA DE SEMENTES .....	31
6.2	MECANISMOS DE DISPERSÃO DE SEMENTES E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA .....	33
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os bambus são um importante componente estrutural da vegetação de muitos ecossistemas terrestres tropicais (BUZIUQUIA et al 2019), principalmente porque se adaptam facilmente às mudanças ambientais (ZHANG; XUE, 2018). Suas estratégias de crescimento agressivas e superioridade competitiva tornam os bambus oportunistas, promovendo a rápida colonização e dominância (MONTTI et al., 2014, YANG et al., 2015), comportamento comum em locais onde são nativos e não-nativos.

Atualmente, a dominância de bambus em remanescentes florestais tornou-se motivo de preocupação e diversos estudos tem relatado distúrbios em ecossistemas florestais dominados por bambu, como diminuição da riqueza de espécies lenhosas (SILVÉRIO et al., 2010, SUZAKI; NAKATSUBO, 2001), alterações estruturais (fisionomia florestal e densidade de indivíduos lenhosos) e alterações na dinâmica da vegetação e do carbono (ZANINOVICH et al., 2017; ZHANG; XUE, 2018). Esses efeitos alteram o microclima local (luminosidade, temperatura, umidade do ar e umidade do solo), modificando processos ecossistêmicos, como mecanismos de regeneração natural (CHEN et al., 1999; FELKER et al., 2017).

Quando não manejadas, as espécies de bambu podem se tornar persistentes por longos períodos devido às suas características altamente competitivas supracitadas. A persistência de comunidades de plantas exóticas em áreas degradadas indica uma falha no recrutamento de espécies nativas (WOLFE et al., 2019), podendo ser causada por diversos fatores como limitação de dispersão (ou seja, falha na chegada das sementes a locais adequados para o estabelecimento de plântulas), e concorrência por recursos (GHAZOUL et al., 2015), consequentemente, suprimindo a regeneração natural das espécies locais.

A chuva de sementes é um dos principais mecanismos de regeneração natural, atuando na primeira fase da organização espacial de uma comunidade vegetal. Alguns estudos comprovam a interferência da dominância do bambu na chuva de sementes (ROTHER et al., 2009; GROMBONE-GUARATINI et al., 2014; BONA et al., 2020), apontando esta limitação como uma das causas para a manutenção das populações de bambu.

Apesar do crescente conhecimento científico indicando os efeitos deletérios do adensamento das populações de bambu em comunidades vegetais, estudos sobre métodos de controle da dominância do bambu ainda são escassos, por isso devem ser testados a fim reduzir as incertezas no processo de restauração de áreas com essa realidade. Estratégias de controle do bambu podem interferir positivamente, proporcionando o retorno dos mecanismos de regeneração natural.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do controle químico e do controle mecânico de bambu na estrutura e a composição da chuva de sementes em relação a uma área dominada por bambu sem controle e uma área de referência livre de bambu, na Floresta Estacional Semidecidual, no bioma Pampa.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a riqueza e abundância da chuva de sementes entre os diferentes métodos de controle de bambu, área dominada por bambu sem controle e uma área de referência livre de bambu;
- Comparar a frequência dos mecanismos de dispersão de sementes e a composição florística da chuva de sementes entre diferentes métodos de controle de bambu, área dominada por bambu sem controle e uma área de referência livre de bambu;
- Avaliar a eficiência dos métodos de controle de bambu quanto ao restabelecimento da chuva de sementes.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 CHUVA DE SEMENTES

Chuva de sementes é a entrada de sementes em um habitat durante determinado período de tempo, independente da forma de dispersão (BATILANI, 2010), inclui todos os frutos e sementes que atingem um determinado local como resultado de uma variedade de mecanismos de dispersão (BOOTH; LARSON, 1998). Assim, determina a população potencial de determinado ecossistema, pois este é constantemente invadido por sementes, provenientes da vegetação externa ou da própria área tornando-se um importante indicador da capacidade de regeneração e estabelecimento das populações vegetais (PINA-RODRIGUES; AOKI, 2014). A chuva de sementes está entre os principais fatores responsáveis pela fase inicial de organização e regeneração da floresta tropical e subtropical após distúrbios no ecossistema (CLARK et al., 2001).

Segundo Martins et al. (2012) o termo dispersão de sementes refere-se ao transporte de espécies vegetais para que ocorra a propagação da mesma através de diferentes agentes disseminadores ou reprodutivos de difusão emitidos pela planta-mãe. O processo de dispersão pode ser realizado por agentes bióticos (fauna) e abióticos (vento ou autocoria), variando de acordo com a morfologia dos frutos e sementes (VAN DER PIJL, 1982). Segundo Fragozo et al. (2017), quanto maior a densidade da floresta mais difícil se torna o ingresso de sementes transportadas pelo vento. Entretanto, uma cobertura vegetal densa é um fator positivo pois é atrativa para animais frugívoros contribuindo com o fluxo de sementes zoocóricas na chuva de sementes (PEARSE et al., 2017).

A chuva de sementes é influenciada principalmente pela composição florística, estrutura da vegetação e atividade de agentes dispersores de sementes. A distribuição espaço-temporal da chuva de sementes reflete diretamente nos processos de recrutamento e estabelecimento das populações vegetais. Portanto é elemento chave na dinâmica natural da vegetação, pois tem o papel de estabelecer bancos de sementes e de plântulas, que representam a primeira fase da organização espacial de novos indivíduos (CAMPOS et al., 2009) operando como o principal meio de regeneração natural para a maior parte das espécies que habitam o interior das florestas tropicais (PINA-RODRIGUES; AOKI, 2014) desenvolvendo um importante papel na conservação da riqueza e diversidade florística das mesmas.

A ausência de fontes de sementes, a baixa reprodução das plantas, a baixa atividade de agentes dispersores de sementes e ambientes limitantes à entrada de sementes resultam em

baixo fluxo de sementes nas comunidades vegetais (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002). A composição e estrutura da chuva de sementes são influenciadas por diversos fatores dentre os quais estão as características de reprodução e síndromes de dispersão das plantas, atividade de agentes dispersores, a heterogeneidade de habitats, composição florística, estrutura e estágio sucessional da vegetação (BATTILANI, 2010).

### 3.2 CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DAS FLORESTAS SECUNDÁRIAS

Ecosistemas de florestas tropicais e subtropicais hospedam pelo menos dois terços da biodiversidade terrestre e fornecem benefícios humanos locais, regionais e globais significativos, por meio do fornecimento de bens econômicos e serviços ecossistêmicos (GARDNER et al., 2009). No entanto, o futuro das espécies desses ecossistemas nunca foi mais incerto pois, poucas dessas áreas escaparam de alguma forma de impacto humano. As altas taxas de desmatamento e degradação florestal, a exploração excessiva dos recursos naturais, a invasão biológica e as mudanças ambientais globais ameaçam fazer dessas florestas o epicentro das extinções atuais e futuras (BRADSHAW et al. 2009).

Apesar de uma longa história de esforços locais e internacionais, as florestas tropicais e subtropicais antigas ainda estão sendo derrubadas. Quando campos de cultivo e pastagens que anteriormente substituíram florestas nativas são abandonados, sem uso, o processo de regeneração natural muitas vezes leva ao desenvolvimento de um novo sistema florestal - também conhecido como sucessão secundária - que gradualmente recupera muitas propriedades do ecossistema florestal anterior (CHAZDON 2014; CHAZDON et al, 2020).

Hoje, as florestas de crescimento secundário cobrem mais área do que as florestas de crescimento antigo em diversas regiões do planeta (CHAZDON, 2014). À medida que o desmatamento avança, essas florestas jovens, as florestas secundárias, estão se tornando cada vez mais importantes para a conservação da biodiversidade (GIBSON et al., 2011), regulação hidrológica (HASSLER et al., 2011) e sequestro de carbono (GILROY et al., 2014, MACKAY et al., 2013).

As florestas secundárias podem surgir espontaneamente em áreas agrícolas abandonadas (AIDE et al. 2013) e no sub-bosque de plantações de restauração (CHAZDON et al., 2016). A regeneração natural de florestas é amplamente considerada um mecanismo eficaz de baixo custo, no entanto, as taxas de recuperação em áreas agrícolas são altamente variáveis devido às diferenças no histórico de uso do solo, no contexto da paisagem e na integridade das assembleias regionais (CHAZDON et al., 2009).

A regeneração florestal em áreas agrícolas degradadas é mediada por um conjunto de processos locais (HOLL 2012). O banco de sementes do solo é, geralmente, esgotado após alguns anos de uso agrícola (LÓPEZ TOLEDO; MARTÍNEZ RAMOS 2011), tornando a regeneração natural, inicialmente dependente da dispersão de sementes pela fauna dispersora e pelo vento (REID et al., 2015). Além disso, as interações entre as plantas, em particular, a competição por recursos acima e abaixo do solo (por exemplo, luz e água ou nutrientes do solo, respectivamente), desempenham um papel importante na formação da estrutura e composição das florestas secundárias (FADRIQUE et al., 2021). As espécies de bambu (Família Poaceae, subfamília *Bambusoideae*), apresentam forte potencial competitivo.

Segundo Fadrique et al. (2021), o bambu é um modulador potencial da estrutura, composição e dinâmica da floresta (crescimento, mortalidade e recrutamento) em vários ecossistemas neotropicais. Especificamente, em florestas tropicais e subtropicais, a presença de bambu tem sido associada ao aumento da mortalidade e diminuição do crescimento das árvores (LIMA et al., 2012). Além disso, demonstrou-se que o bambu altera a dinâmica de clareiras naturais e reduz a riqueza e abundância de mudas de árvores (MONTTI et al., 2011) e reduz as taxas de recrutamento de árvores (GUILHERME et al. 2004), interferindo assim, no processo de sucessão natural das florestas.

Nesse contexto, a dominância de bambu torna-se uma ameaça para a conservação e restauração das florestas secundárias, sendo necessário desenvolvimento de técnicas de manejo e controle das espécies de bambu. O futuro da biodiversidade depende mais do que nunca do manejo eficaz de paisagens modificadas pelo homem, apresentando um desafio assustador para os profissionais de conservação e gestores do uso da terra (GARDNER et al., 2009).

### 3.3 DOMINÂNCIA DE BAMBU EM REMANESCENTES FLORESTAIS

Os bambus têm recebido cada vez mais atenção como recurso renovável devido ao seu rápido crescimento, valor econômico, ampla disponibilidade e propriedades físicas (BUZQUIA et al., 2019). Além disso, são um componente estrutural importante da vegetação de muitos ecossistemas terrestres tropicais e subtropicais, principalmente porque respondem positivamente às mudanças ambientais locais e se tornam dominantes em muitos locais (LIMA et al., 2012; SANTANA; ANJOS, 2010; ZHANG; XUE, 2018; BONA et al., 2020).

No Brasil a Lei n. 12.484 (BRASIL, 2011) estabelecida para promover o manejo e cultivo sustentáveis de bambu, e o plantio de bambus exóticos foi incentivado sem levar em consideração os impactos causados na vegetação nativa das áreas onde estão sendo introduzidos

(BUZQUIA et al., 2019). Os bambus pertencem à família das gramíneas (Poaceae), a qual apresenta uma grande quantidade de espécies que se tornaram invasoras no Brasil.

Os bambus apresentam estratégias de crescimento agressivas e superioridade competitiva, o que permite que se espalhem facilmente de forma oportunista nas florestas (MONTTI et al., 2014; YANG et al., 2015; BONA et al., 2020). Como consequência do adensamento da população de bambu ocorre redução na riqueza de espécies lenhosas (SILVÉRIO et al., 2010; SUZAKI; NAKATSUBO, 2001), alterações na estrutura e na dinâmica da vegetação e do carbono (ZANINOVICH et al., 2017; ZHANG; XUE, 2018). Esses efeitos podem alterar a luminosidade, a temperatura e a umidade do ar e do solo, alterando as funções do ecossistema na floresta, pela homogeneização do microclima no local (BONA et al., 2020; CHEN et al., 1999). Essas características conferem ao bambu um alto potencial invasor, mesmo em regiões onde fazem parte da vegetação nativa (BUZQUIA et al., 2019).

Estudo realizado por Felker et al. (2017) observou que a superabundância de *Bambusa tuldoides* afetou a regeneração natural da vegetação local, alterando o estabelecimento e perpetuação de espécies nativas. Silvério et al. (2010) analisaram áreas no Cerrado brasileiro e constataram que a superabundância de *Actinocladum verticillatum* afetou a quantidade e a diversidade de espécies negativamente no seu entorno. Observou-se também que a propagação deste bambu reduziu disponibilidade de água, luz e espaço, competindo por estes recursos com as espécies nativas. Rother et al. (2009), em estudo realizado na Mata Atlântica do Sudeste Brasil, constataram que a presença de *Guadua tagoara* afeta a regeneração de espécies arbóreas através da limitação da dispersão de sementes e a sobrevivência de mudas. Griscom e Ashton (2003) avaliaram os efeitos da dominância de bambu em parcelas florestais no sudoeste da Amazônia. Os autores observaram que a sucessão natural da floresta foi afetada negativamente em parcelas dominadas por *Guadua sarcocarpa*, conforme evidenciado a partir da distribuição de árvores por classe de tamanho e mortalidade de mudas.

Dessa forma, a dominância de bambus pode alterar os processos ecológicos naturais, comprometendo o ciclo de vida de espécies nativas a ponto de substituí-las, tornando-se dominantes e causando perda de biodiversidade e descaracterização do ecossistema local (MATOS; PIVELLO, 2009). Além disso, pelo fato de muitas espécies de bambu ocuparem o dossel das florestas, essas plantas podem comprometer a resiliência e os mecanismos de regeneração natural das florestas (BONA et al., 2020; MATOS; PIVELLO, 2009). Sendo assim, métodos de controle de bambu precisam ser testados e avaliados a fim de mitigar consequências negativas que possam resultar do potencial invasivo desta planta (BUZQUIA et al., 2019).

### 3.4 MANEJO DE ESPÉCIES EXÓTICAS

A invasão de plantas exóticas é um fenômeno global, que representa uma ameaça significativa e generalizada à biodiversidade local e ao equilíbrio ecológico (WANG et al., 2019; HANLEY, 2012; VITOUSEK et al., 1997). Muitas espécies de plantas exóticas se tornaram pragas sérias em alguns ecossistemas fragmentados e delicados. A introdução deliberada e não intencional de ornamentais e outras espécies para a horticultura, silvicultura, agricultura e outros setores aumenta a gravidade do problema (PROTOPOPOVA et al., 2006).

É desejável controlar as espécies de plantas invasoras com o mínimo de danos às plantas nativas (SIMMONS et al., 2007). As estratégias comuns em escala de paisagem para controlar espécies de plantas invasoras, como fogo, herbicida e roçada, não são todas adequadas, porque as espécies nativas frequentemente compartilham fisiologia e fenologia semelhantes com os invasores (WANG et al., 2019; SIMMONS et al., 2007;). As respostas das espécies nativas aos herbicidas, por exemplo, dependem do tempo e da taxa de aplicação (WILSON; PARTEL, 2003).

O herbicida com atividade pré e pós-emergente e registrados para uso florestal tebuthiuron, que é inibidor fotossintético, é usado para o controle de ervas daninhas e é seletivo contra dicotiledôneas (WANG et al., 2019). Tebuthiuron é ativo em aplicações no solo contra muitas espécies lenhosas, como Goiaba comum (*Psidium guajava* L.), Pimenta-do-reino (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Olho-de-pato (*Ardisia elliptica* Thunb.) E chumbo-branco (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) (BORREL et al., 2011). O tebuthiuron é bastante imóvel devido à sua baixa solubilidade (WANG et al., 2019). O tebuthiuron pode ser usado seletivamente, com aplicações direcionadas onde dicotiledôneas desejáveis são tolerantes a ele (WANG et al., 2019). O tebuthiuron pode ser aplicado ao solo e demonstrou eficácia na aplicação em grade ou “ponto quente” no solo (MOTOOKA et al., 2002).

O controle mecânico é um dos mais utilizados, por ser simples e não apresentar grandes restrições, na maioria dos casos (FELKER, 2018). Este método consiste na utilização de equipamentos que retiram as plantas indesejadas por meio do efeito físico, utilizando técnicas como arranquio, corte, roçada, queimadas, quebra, soterramento de bancos de sementes, sombreamento e abafamento (CARVALHO et al., 2020). De acordo com o Instituto Hórus (2016), esse método é eficiente para plantas que não apresentam reprodução vegetativa ou capacidade de rebrota. Grande parte das espécies exóticas rebrota com facilidade, nesse caso é necessário realizar arranquio com retirada do máximo de raízes da planta (FELKER, 2018).

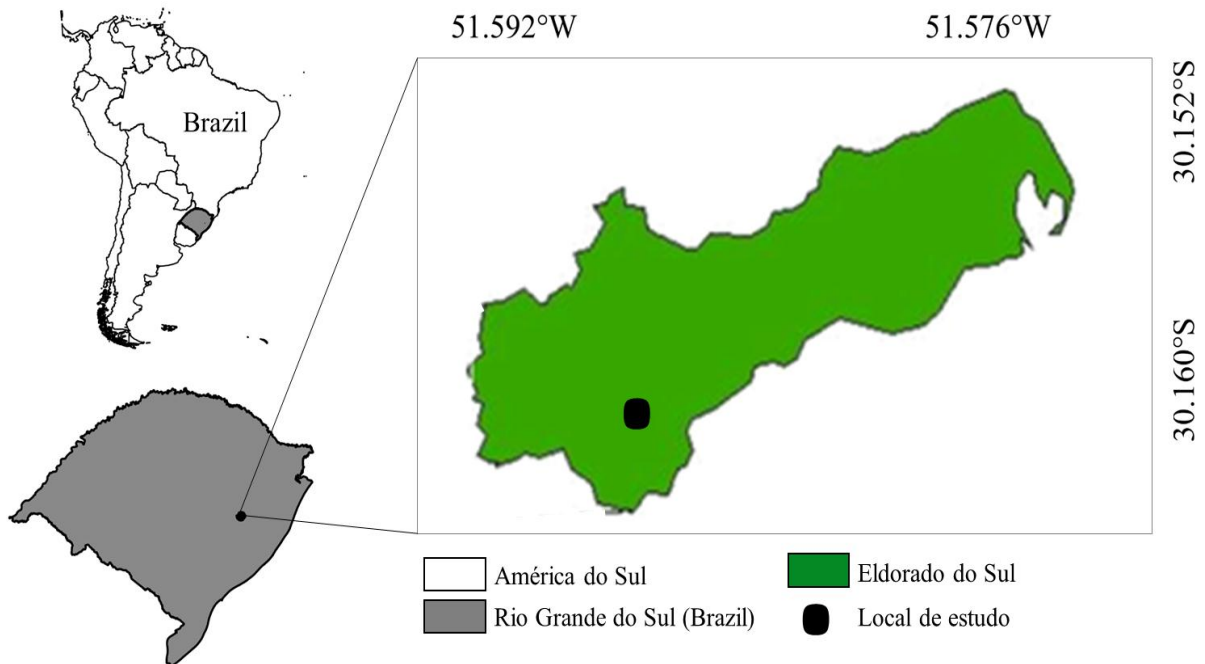


## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em áreas ripárias no município de Eldorado do Sul, no Rio Grande do Sul. O clima regional é Cfa de acordo com a classificação climática de Koppen, descrito como subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca. A temperatura média anual é de 19,2 °C, com precipitação média anual de 1708 mm (ALVARES et al., 2013). Os solos predominantes são Cambissolos háplicos. A área de estudo está localizada na região de contato entre a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e o Bioma Pampa com um mosaico de pastagem, vassoural e remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual (ROVEDDER, 2013; OVERBECK et al., 2015; GUARINO et al., 2018). A vegetação natural no bioma Pampa foi substituída por culturas anuais, como soja e arroz, ou perenes, como *Eucalyptus* spp., *Acacia mearnsii* e *Pinus* spp. nas últimas décadas (DE OLIVEIRA et al., 2017). A silvicultura de *Eucalyptus* spp é o principal uso do solo na paisagem onde o estudo foi desenvolvido.

Figura 1- Localização da área de estudo em Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.



Fonte: Autora.

Quatro áreas ripárias foram selecionadas para este estudo (Figura 2), três delas dominadas por bambu e uma delas livre de bambu, as áreas estão descritas a seguir:

- a) Remanescente de Floresta Estacional Semidecidual (FESD): considerada para este estudo como área de referência. Esta floresta, com cerca de 10 hectares, apresenta sucessão ecológica em estágio avançado, com dossel de 19 m altura. As principais espécies encontradas no subbosque foram: *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg, *Myrcia glabra* (O.Berg) D. Legrand, *Eugenia uruguayensis* Cambess., *Myrcia multiflora* (Lam.) DC., *Trichilia elegans* A. Juss.
- b) Bambu testemunha (BT): área com cerca de dois hectares onde foi realizada a supressão da floresta ripária, e substituição por *Bambusa tuldoides* para abastecimento da fábrica de celulose. O plantio de bambu foi abandonado há cerca de 60 anos (FELKER et al., 2017). No entanto, a cobertura vegetal ainda é composta predominantemente por *B. tuldoides*. No subbosque as principais espécies encontradas foram: *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg, *Myrsine umbellata* Mart., *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk., *Cupania vernalis* Cambess. e *Trichilia elegans* A. Juss. O estrato mais alto da vegetação na área é o bambu, com altura média de 17 m, e densidade média de 120 hastes/m<sup>2</sup>.
- c) Controle Químico de bambu (CQ): Inicialmente, apresentava características e histórico de uso semelhantes a área BT, porém, foi realizada a aplicação do herbicida LAVA 800 (Tebuthiuron), com dose de 30g por touceira, em uma área de 2 ha. A aplicação foi feita a lanço na base das touceiras. O presente estudo iniciou 18 meses após a aplicação do herbicida, a área já apresentava redução na densidade das touceiras de bambu (FELKER, 2018).
- d) Controle mecânico de bambu (CM): Inicialmente, apresentava características e histórico de uso semelhantes a área BT, entretanto foi realizado o arraste mecânico das touceiras de bambu com trator do tipo esteira, foram removidas as estruturas aéreas e subterrâneas dos bambus em uma área de 2 hectares. O presente estudo iniciou 18 meses após a aplicação do controle mecânico, nesse momento a área encontrava-se parcialmente colonizada por espécies espontâneas, principalmente *Solanum mauritianum* e outras espécies da família Solanaceae, além de espécies herbáceas.

Figura 2 - Aspecto geral das áreas do estudo: Floresta Estacional Semidecidual (FESD), aspecto geral (a) e (b); Bambu testemunha (BT), aspecto do dossel (c) e aspecto geral (d); Controle químico de bambu (CQ) em 18 meses após a aplicação do herbicida, aspecto do dossel (e) e aspecto do geral (f); Controle mecânico de bambu (CM), aspecto geral logo após o controle (g) e aspecto geral 18 meses após o (h).

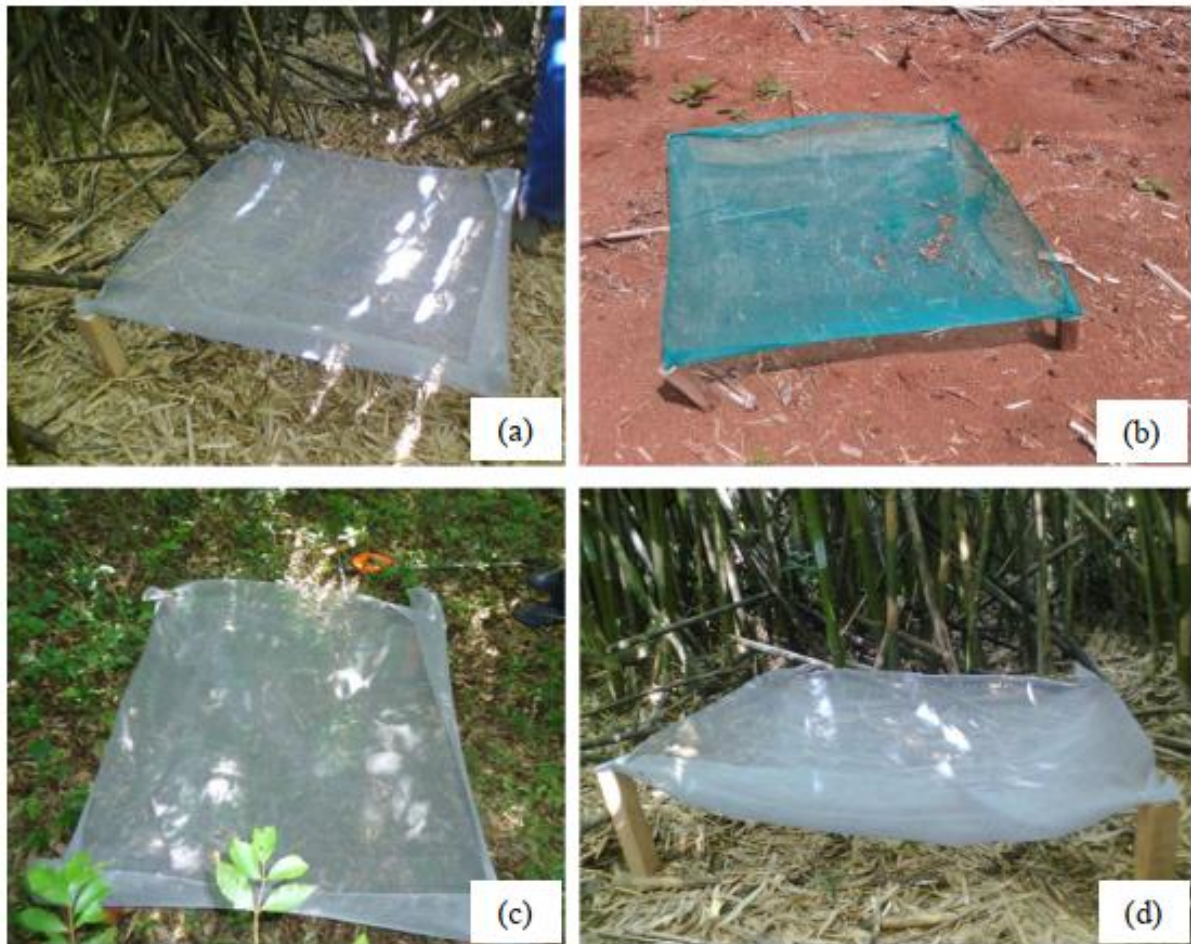




## 4.2 COLETA DE DADOS

A chuva de sementes foi amostrada em 10 coletores de sementes por área, totalizando 40 coletores. Os coletores foram confeccionados com tela de nylon de 0,5 mm fixados em estruturas de madeira de 1 m<sup>2</sup>, a 20 cm do solo (Figura 3) e foram instalados de forma sistemática, distantes 20 metros um do outro. As coletas do material depositado foram realizadas trimestralmente durante 24 meses, de julho de 2015 a junho de 2017.

Figura 3 - Aspecto dos coletores de sementes nas áreas de estudo: (a) Controle químico de bambu (CQ); (b) Controle mecânico de bambu (CM); (c) Floresta Estacional Semidecidual (FESD); (d)Bambu testemunha (BT).



Fonte: Autora.

O material depositado nos coletores de chuva de sementes durante três meses, era coletado e armazenado em sacos de papel kraft (Figura 4) e transportado para o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Áreas Degradadas (NEPRADE), no campus sede da Universidade Federal de Santa Maria, onde foi realizada a triagem do material, separando as sementes e frutos dos demais resíduos (folhas, flores e galhos) (Figura 5).

Figura 4 - Aspecto do coletor de sementes no momento da coleta. (A) Material depositado no coletor de chuva de sementes; e (B) Realização da coleta do material (B).



Fonte: Autora.

As sementes foram classificadas em morfoespécies, considerando sua morfologia externa e posteriormente foram contabilizados os indivíduos de cada morfoespécie. A classificação das morfoespécies foi realizada segundo o Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016), identificadas até o maior nível taxonômico possível, com auxílio de bibliografia específica (BARROSO et al., 2004; JUNIOR; BRANCALION, 2016) e por comparação com mostruário de referência do NEPRADE. Esse mostruário foi elaborado e é constantemente incrementado a partir de pesquisas realizadas pelo NEPRADE em diversas regiões do Rio Grande do Sul.

As síndromes de dispersão foram classificadas de acordo com Van der Pijl (1982), como abióticas (dispersão pelo vento ou por gravidade), quando apresentavam estruturas ou formas que facilitam a planação ou voo; e bióticas, aquelas que apresentavam características de dispersão por animais, por exemplo, frutos carnosos.

Figura 5 - Triagem do material coletado: (A) separação dos frutos e sementes; e (B) contabilização e registro fotográfico das morfoespécies.



Fonte: Autora.

#### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Nós analisamos seis atributos da chuva de sementes: (1) abundância de sementes, (2) riqueza de espécies, (3) diversidade de Shannon, (4) uniformidade de Pielou, (5) síndrome de dispersão e (6) composição florística.

Para comparar os cinco primeiros atributos entre as áreas, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade ( $p > 0,05$ ) e Levene para a homogeneidade de variância ( $p > 0,05$ ). Quando os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade, estes foram logaritimizadas. Após realizou-se a ANOVA e o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para comparar a densidade de espécies entre as quatro áreas, foram construídas curvas de rarefação com base no número de amostras (coletores de sementes), com 95% de probabilidade de confiança (GOTELLI; COLWELL, 2001). Nesta análise, nós usamos a função iNEXT do pacote iNEXT (HSIEH et al., 2016). Estas análises estatísticas foram processadas no software R (versão 3.5.1) com funções e pacotes específicos mencionados acima.

Para comparar graficamente o perfil de chuva entre as áreas, foram construídas curvas de abundância relativa para cada área separadamente (FESD, CQ, MC e BT). Para isso, os dados de abundância de cada morfoespécie foram logaritimizadas e apresentados em um plano bidimensional do mais ao menos abundante (MAGURRAN, 1988).

A existência de diferenças na composição florística entre as áreas foi verificada através do ordenamento multidimensional não métrico (NMDS), com um ajuste bidimensional

(CLARKE 1993), em que, utilizou-se a matriz de distância de Bray-curtis. Adicionalmente, foi realizada uma Análise Multivariada Permutacional de Variância (PERMANOVA) (ANDERSON; WALSH, 2013). Estas análises estatísticas foram processadas no software PAST 4.03 (HAMMER et al., 2001).



## 5 RESULTADOS

O número total de sementes amostrado foi de 244.184, estas foram distribuídas em 151 morfoespécies das quais 28 (18%) foram identificadas em nível de espécie, 3 (2%) em nível de gênero, 3 (2%) em nível de família botânica e 117 morfoespécies (78%) permaneceram indeterminadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Famílias, morfoespécies e número de sementes e mecanismos de dispersão amostradas na chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual (FESD); Bambu Testemunha (BT); Controle Mecânico (CM); Controle Químico (CQ).

	(Continua)				
<b>Família/morfoespécie</b>	<b>FESD</b>	<b>BT</b>	<b>CM</b>	<b>CQ</b>	<b>MD</b>
<b>ACANTHACEAE</b>					
<i>Ruellia</i> sp.	65	0	14	43	A
<b>ANACARDIACEAE</b>					
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	71	1	4	1	B
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	33	21	6	1	B
<b>ARECACEAE</b>					
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	14	0	40	2	B
<b>ASTERACEAE</b>					
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabr.	5534	2	1303	122	A
<i>Mikania</i> sp.	6	0	22	204477	A
<b>BORAGINACEAE</b>					
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	13	0	0	0	A
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	4	0	0	0	B
<b>CARICACEAE</b>					
<i>Vasconcellea quercifolia</i> A. St.-Hil.	1	0	3	1	B
<b>EBENACEAE</b>					
<i>Diospyros iconstans</i> Jacq.	209	0	0	1	B
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>					
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	12	10	6	5	B
<b>EUPHORBIACEAE</b>					
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	49	0	4	0	A
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	146	0	0	0	A
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	8	0	0	0	A
<b>FABACEAE</b>					
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	485	0	0	0	A
<i>Desmodium</i> sp.	2	0	0	0	-
<b>LAURACEAE</b>					
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	32	5	199	2	B



(Continuação)

<b>Família/morfoespécie</b>	<b>FESD</b>	<b>BT</b>	<b>CM</b>	<b>CQ</b>	<b>MD</b>
<b>MALVACEAE</b>					
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc	133	0	0	0	A
<i>Sida urens</i> L.	1	0	0	0	A
<b>MELIACEAE</b>					
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	52	0	0	0	B
<b>MYRTACEAE</b>					
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	51	0	0	31	B
Myrtaceae 1	110	0	3	0	B
Myrtaceae 2	16	2	0	0	B
<b>POACEAE</b>					
Poaceae 1	0	0	4562	0	A
<b>PRIMULACEAE</b>					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	4001	19	3	25	B
<b>RUBIACEAE</b>					
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schultdl.	199	0	0	0	B
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	4	2	0	10	B
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schultdl.	1	0	2	0	B
<b>RUTACEAE</b>					
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	17	3	0	0	B
<b>SALICACEAE</b>					
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2577	0	10	0	A
<b>SAPINDACEAE</b>					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	3	0	0	1	B
<i>Cupania vernalis</i> Cambess	69	0	0	0	B
<b>SOLANACEAE</b>					
<i>Brunfelsia australis</i> Benth.	13	0	0	1	-
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	40	5	11747	77	B
<b>NÃO IDENTIFICADAS</b>					
Morfo 001	5	1	41	0	A
Morfo 002	34	0	0	0	B
Morfo 003	94	0	1	0	B
Morfo 004	13	2	0	0	B
Morfo 005	119	0	0	1	B
Morfo 006	74	0	0	1	B
Morfo 007	1	0	0	0	B
Morfo 008	36	0	0	0	B
Morfo 009	1	0	0	0	B
Morfo 010	196	0	0	1	B
Morfo 011	0	0	65	0	B
Morfo 012	4	0	0	0	B

(Continuação)

<b>Família/morfoespécie</b>	<b>FESD</b>	<b>BT</b>	<b>CM</b>	<b>CQ</b>	<b>MD</b>
Morfo 013	19	1	0	0	A
Morfo 014	9	0	0	0	B
Morfo 015	2	2	0	0	A
Morfo 016	1	6	121	7	A
Morfo 017	2	0	2	0	B
Morfo 018	0	0	1	0	B
Morfo 019	0	0	1	0	B
Morfo 020	0	2	8	6	A
Morfo 021	0	6	5	0	B
Morfo 022	0	0	32	8	B
Morfo 023	0	0	42	0	B
Morfo 024	1	0	14	5	B
Morfo 025	0	11	24	6	B
Morfo 026	0	0	14	17	B
Morfo 027	0	0	2	0	B
Morfo 028	1	0	0	1	B
Morfo 029	0	0	5	0	B
Morfo 030	44	0	1	8	B
Morfo 031	0	0	2	3	A
Morfo 032	0	0	0	1	B
Morfo 033	1	0	0	0	A
Morfo 034	4	2	0	0	B
Morfo 035	19	1	0	0	B
Morfo 036	2	0	0	0	A
Morfo 037	2	0	0	0	B
Morfo 038	1	0	0	0	B
Morfo 039	428	16	33	28	A
Morfo 040	1	0	0	1	B
Morfo 041	3	0	0	0	A
Morfo 042	9	0	0	0	B
Morfo 043	2	0	0	0	B
Morfo 044	2	0	0	0	B
Morfo 045	4	0	0	0	B
Morfo 046	1	0	0	0	B
Morfo 047	5	0	0	0	B
Morfo 048	21	0	0	0	B
Morfo 049	4	0	0	1	B
Morfo 050	2	0	0	0	B
Morfo 051	0	0	3	0	A
Morfo 052	1	0	6	0	A
Morfo 053	0	0	44	0	A

(Continuação)

<b>Família/morfoespécie</b>	<b>FESD</b>	<b>BT</b>	<b>CM</b>	<b>CQ</b>	<b>MD</b>
Morfo 054	0	0	10	0	B
Morfo 055	0	0	3	0	B
Morfo 056	60	3	1	0	B
Morfo 057	2	0	0	0	B
Morfo 058	0	0	0	5	B
Morfo 058	6	0	0	0	B
Morfo 060	1	0	0	0	B
Morfo 061	0	10	0	0	B
Morfo 062	0	6	0	0	B
Morfo 063	0	1	0	0	B
Morfo 064	2	0	0	0	B
Morfo 065	0	0	1	2	B
Morfo 066	8	0	0	0	B
Morfo 067	0	1	1	120	B
Morfo 068	0	0	5	0	B
Morfo 069	0	0	12	0	B
Morfo 070	2	0	0	0	B
Morfo 071	103	0	0	0	B
Morfo 072	6	0	0	0	B
Morfo 073	3	0	0	0	B
Morfo 074	6	0	0	0	B
Morfo 075	1	0	0	0	B
Morfo 076	2	2	0	1	B
Morfo 077	0	0	5	0	B
Morfo 078	111	0	0	0	B
Morfo 079	6	0	0	0	B
Morfo 080	21	0	0	0	B
Morfo 081	0	0	8	0	B
Morfo 082	0	0	3	0	B
Morfo 083	16	0	0	0	B
Morfo 084	0	0	0	1	B
Morfo 085	0	0	50	0	B
Morfo 086	2	0	0	0	B
Morfo 087	3	0	0	0	B
Morfo 088	0	0	43	0	B
Morfo 089	0	0	0	1	B
Morfo 090	0	0	1	0	B
Morfo 091	0	0	114	0	B
Morfo 092	0	0	72	0	B
Morfo 093	0	0	2	0	B
Morfo 094	0	0	4	1	B

Família/morfoespécie	(Conclusão)				
	FESD	BT	CM	CQ	MD
Morfo 095	0	0	0	4	B
Morfo 096	15	0	0	0	B
Morfo 097	1	0	0	0	B
Morfo 098	3	0	0	0	B
Morfo 099	6	0	0	0	A
Morfo 100	50	0	0	0	B
Morfo 101	41	0	0	0	A
Morfo 102	33	0	0	0	B
Morfo 103	9	0	0	0	B
Morfo 104	12	0	0	0	B
Morfo 105	17	0	0	0	B
Morfo 106	32	0	0	0	B
Morfo 107	33	0	0	0	A
Morfo 108	21	0	0	0	B
Morfo 109	12	0	0	0	B
Morfo 110	4	2	2	0	B
Morfo 111	2	0	18	0	A
Morfo 112	36	0	0	0	A
Morfo 113	31	0	0	0	B
Morfo 114	1	0	0	0	B
Morfo 115	0	0	4366	5	A
Morfo 116	6	0	0	0	B
Morfo 117	20	0	0	0	B

MD = Mecanismo de dispersão; A = Abiótico; B = Biótico; NC = Não classificada; Morfo = Morfoespécie.

Fonte: Autora.

### 5.1 RIQUEZA DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA DA CHUVA DE SEMENTES

A riqueza de espécies foi maior na área de referência (FESD), a área de controle mecânico (MC) foi intermediária, já as áreas de controle químico (CQ) e bambu testemunha (BT) apresentaram as menores riquezas (Tabela 2). Esse resultado se refletiu na densidade de espécies (Figura 6).

Tabela 2: Efeitos dos tratamentos de controle de *Bambusa tuldooides* na estrutura e composição da chuva de sementes.

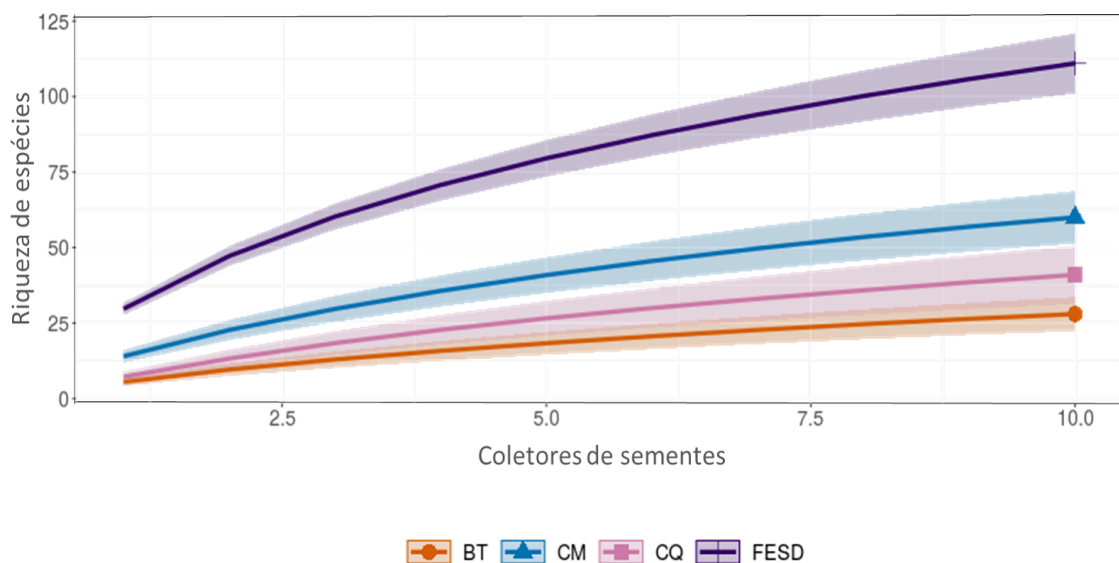
	FESD	CM	CQ	BT	F	p
Riqueza	78.57a*	40.86b	26.66bc	18,46c	25,36	<0.0001
Abundância	1588.5c	2311.9b	20503.5a	14.5d	12,32	<0.0001
Diversidade de Shannon	1,77	1	1	1,3	2,52	0,0731
Equabilidade de Pielou	0.52ab	0.39b	0.46ab	0.75a	3,29	0,0313

\*Valores seguidos pela mesma letra, na linha, não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%. FESD = Floresta Estacional Semideidual; BT = Bambu testemunha; CQ = Controle químico; e CM = Controle mecânico.

Fonte: Autora.

A abundância de sementes foi maior em CQ devido à superabundância da morfoespécie *Mikania* sp. (204477) que correspondeu a 99,9% do total de sementes desse tratamento e 83,7 % do total amostrado nas quatro áreas. FESD e CM apresentaram abundância de sementes intermediária, porém, diferiram estatisticamente entre si. A menor abundância de sementes foi encontrada em BT (Tabela 2). A diversidade florística não apresentou diferença significativa entre áreas, os valores do Índice de Shannon foram baixos para as quatro áreas. Quanto a Equabilidade de Pielou, BT e CM diferiram significativamente entre si (Tabela 2).

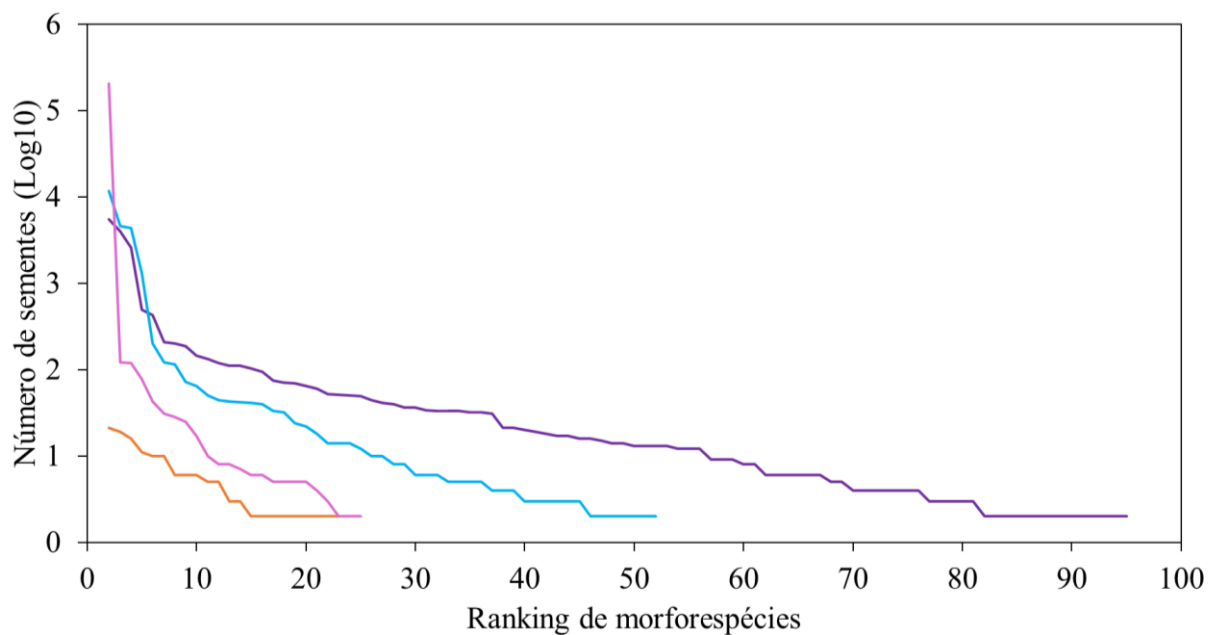
Figura 6 - Curva de rarefação baseada no número de coletores de sementes, mostrando a densidade de espécies nas áreas de estudo: Floresta Estacional Semideidual (FESD), Bambu testemunha (BT), Controle químico (CQ) e Controle mecânico (CM). Linhas representam médias e sombreamentos representam intervalos de confiança de 95%.



Fonte: Autora.

A chuva de sementes foi dominada por poucas espécies conforme demonstram as curvas de abundância relativa (Figura 7). A área BT apresentou distribuição mais homogênea (Equabilidade de Pielou) em relação às demais, seguida por FESD (Tabela 2), o que, de fato se refletiu na curva de abundância relativa (Figura 7). CQ e CM apresentaram distribuição heterogênea.

Figura 7 - Curvas de abundância relativa de sementes para as morfoespécies coletadas em Floresta Estacional Semideidual (FESD), Bambu testemunha (BT), Controle químico (CQ) e Controle mecânico (CM).

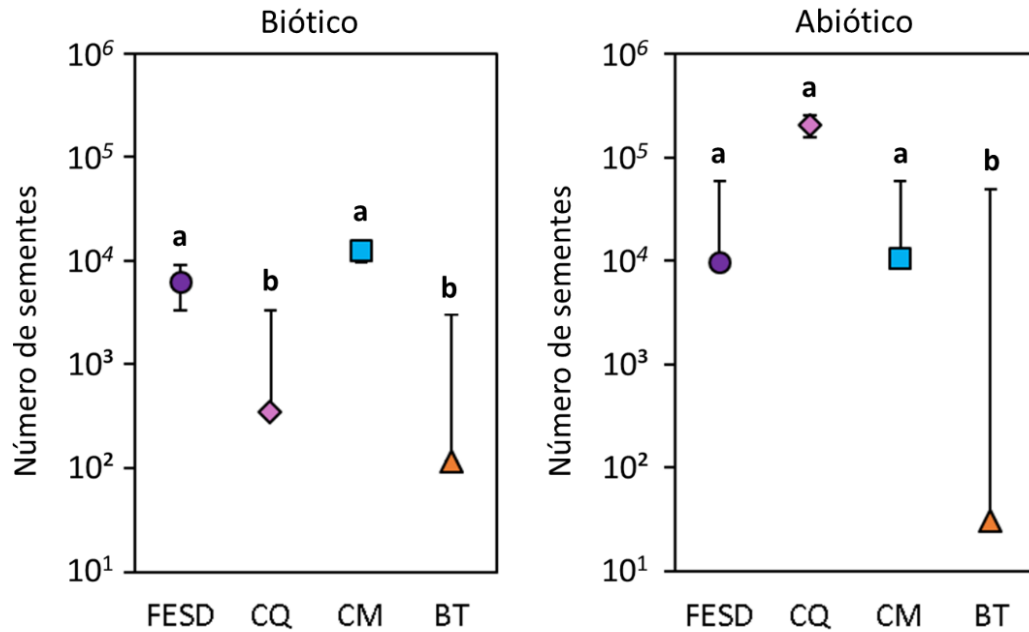


Fonte: Autora.

## 5.2 MECANISMOS DE DISPERSÃO DE SEMENTES E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

A abundância de sementes dispersas por meio biótico foi equivalente entre FESD e CM e diferiram de CQ e BT, que foram semelhantes entre si, apresentando baixa abundância de sementes dispersas de forma biótica. Em contraste, a abundância de sementes dispersas por meio abiótico foi maior em CQ, devido ao elevado número de sementes de *Mikania* sp, porém, não diferiu da proporção em FESD e CM. A área BT apresentou baixa abundância de sementes dispersas de forma abiótica, diferindo das demais áreas (Figura 8).

Figura 8: Deposição de sementes em Bambu testemunha (BT), Controle mecânico (CM), Controle químico (CQ) e Floresta Estacional Semidecidual (FESD) por mecanismo de dispersão biótico e abiótico.

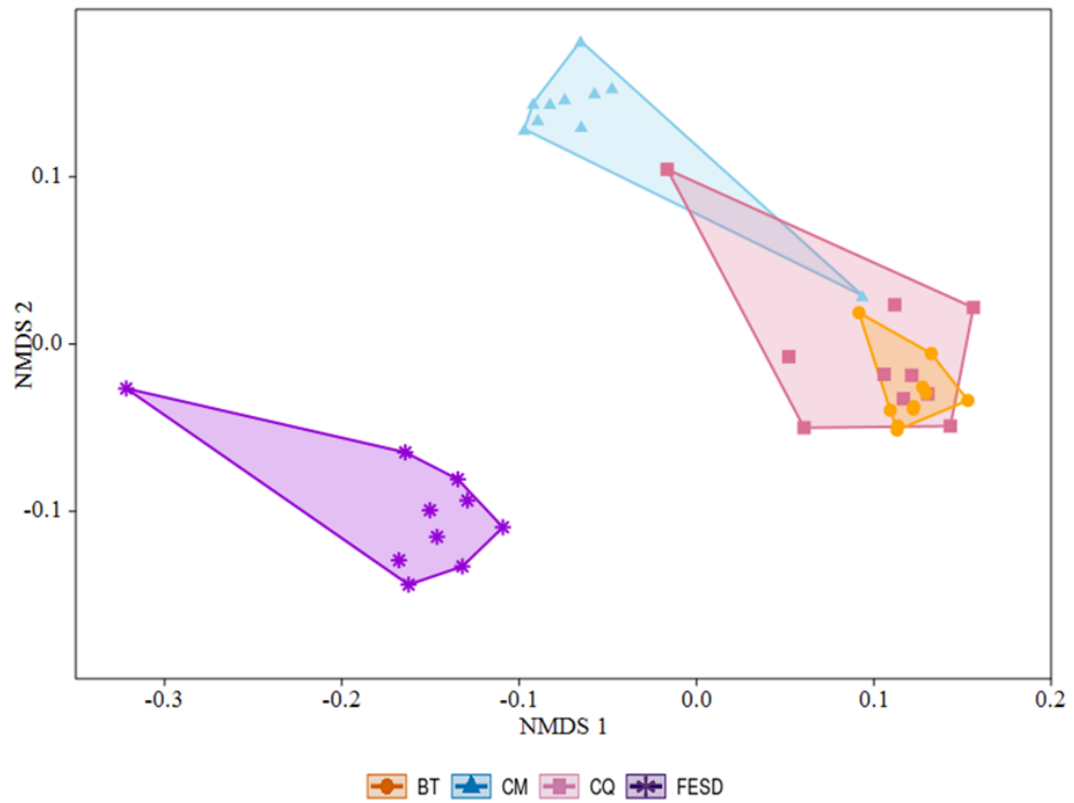


\*Valores seguidos pela mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autora.

A composição florística da chuva de sementes diferiu entre FESD e as demais áreas, conforme demonstrou a análise de NMDS (Figura 9). Uma solução de escala bidimensional não-métrica foi o ajuste mais adequado usando as distâncias de Bray-curtis (Stress: 0,19). Parcelas de FESD agrupadas separadamente das parcelas de controle de bambu (CM e CQ) e Bambu testemunha (BT) no eixo 1, que foi caracterizado por um gradiente de sementes comuns a sementes raras. Diferenças entre os tratamentos foram suportados por PERMANOVA ( $F = 8.845$ ;  $p = 0.0001$ ). As armadilhas de sementes de BT apresentaram composição florística similar entre si (pequena distância entre unidades amostrais no NMDS) (Figura 9). Assim como a composição florística das armadilhas de sementes de BT foram similares às de CQ.

Figura 9: Escala multidimensional não métrica (NMDS) com base na similaridade de Bray-Curtis (stress = 0,19) para a composição florística de Bambu testemunha (BT), Controle mecânico (CM), Controle químico (CQ) e Floresta Estacional Semidecidual (FESD), no bioma Pampa, Sul do Brasil.



Fonte: Autora.



## 6 DISCUSSÃO

Estudos anteriores demonstraram que a dominância de bambu limita a chegada de chuva de sementes em ambientes florestais (ROTHER et al., 2009; GROMBONE-GUARATINI et al., 2014; BONA et al., 2020), e reduz o potencial de regeneração natural, consequentemente (VINHA et al., 2017; FELKER et al., 2017). A falta de chuva de sementes é uma barreira primária para a restauração florestal, impedindo ou reduzindo outros processos potencialmente limitantes, como germinação de sementes e sobrevivência de mudas (REID et al., 2015; HOLL, 2012).

Os efeitos dos métodos de controle de bambu sobre a abundância total de sementes foram significativos no período de avaliação, dos 18 aos 42 meses após a intervenção, proporcionando um aumento da chuva de sementes. Esse aumento ocorreu devido a alteração na estrutura da vegetação nas áreas. CM suprimiu a cobertura de bambu, enquanto o controle químico (CQ) reduziu a densidade das touceiras, mas manteve a cobertura em pé, portanto permanecendo sua estrutura horizontal mais semelhante à BT. Essas alterações proporcionaram um aumento da complexidade estrutural nas parcelas de controle de bambu, principalmente em CM.

### 6.1 RIQUEZA DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA DA CHUVA DE SEMENTES

Nas áreas de controle de bambu, o aumento na abundância de sementes em relação a área testemunha (BT), veio de um pequeno conjunto de espécies pioneiras, por exemplo, *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabrera) (CM: 1303 e CQ:122) e *Solanum mauritianum* Scop., (CM: 11747 e CQ: 77). Essas espécies têm crescimento rápido em áreas abertas, conforme observamos em CM, florescendo e frutificando muito precocemente apresentando alta produção de sementes, características das espécies pioneiras (SCOTTI et al., 2016). Além dessas espécies, também houve um número de sementes elevado para a morfoespécie Poaceae 1 (4562) em CM e de *Mikania* sp. (204477) em CQ. Pequenas sementes, como as supracitadas, geralmente dispersas por pássaros, morcegos e vento são tipicamente as primeiras a recolonizar locais perturbados (MUÑIZ-CASTRO et al. 2012; DE LA PEÑA-DOMENE et al. 2014).

Essas espécies pertencem ao grupo das pioneiras, que possuem características produção de sementes numerosas e pequenas, apresentam alta capacidade de permanecerem durante longos períodos de tempo no banco de sementes do solo, além disso, os frutos das espécies pioneiras são comumente utilizados pela fauna, como primatas e aves, sendo, portanto,

importante na contribuição da regeneração natural de clareiras e na manutenção e dinâmica das florestas secundárias assim como na recuperação de ecossistemas degradados.

A rápida colonização por espécies pioneiras, de fato foi observada na área CM, assim como foi constatado um incremento significativo na abundância de sementes dessas espécies na chuva de sementes. Esse processo de colonização depende da fonte de sementes, que pode ser o banco de sementes do solo ou matrizes presentes no entorno, entretanto, como a dominância de bambu já persiste há cerca de 60 anos, é provável que o banco de sementes esteja defasado, dependendo exclusivamente da entrada de sementes no local. Esses resultados, aliados a rápida resposta ao controle mecânico do bambu (CM), em que houve aumento significativo na abundância e riqueza da chuva de sementes, indicam que o manejo do bambu pode ser uma forma efetiva para restaurar ecossistemas com este tipo de degradação.

CQ apresentou maiores valores de abundância de sementes devido à elevada produção de *Mikania* sp., que representou 99,9 % do total das sementes amostradas na área, o que ocorreu pontualmente em duas armadilhas de sementes. A morfoespécie *Mikania* sp não pode ser identificada em seu nível específico, pois, seus diásporos do tipo de aquênio não são caracteres diagnósticos para o reconhecimento de suas espécies (TOSCAN et al., 2017). Muitas espécies do gênero *Mikania* são representadas por lianas, que apresentam, como característica reprodutiva, a floração e frutificação abundantes e ampla dispersão principalmente por meio do vento (TOSCAN et al., 2017).

A diversidade e equabilidade (Tabela 2) foram fortemente influenciados pela superabundância de poucas espécies nas áreas. Em BT o baixo número de sementes assim como de morfoespécies aumentou o índice de diversidade de Shannon, pois este índice relaciona abundância e riqueza (PINA-RODRIGUES & AOKI, 2014), refletindo erroneamente, diversidade semelhante as demais áreas. Esses resultados apresentados precisam ser analisados com parcimônia e à luz de uma análise sistêmica da comunidade vegetal.

Foi constatado que em BT o adensamento de bambu interfere negativamente na entrada de sementes e, conseqüentemente, no recrutamento de novas espécies, contribuindo para a manutenção da população de bambu, corroborando resultados encontrados em outros estudos em florestas dominadas por bambu (GRAMBONE-GUARATINI et al., 2014; BONA et al., 2020). A chuva de sementes na área testemunha (BT), onde não foi realizada nenhuma intervenção na dominância de *B. tuldoides*, diferiu das demais em termos de estrutura e composição, reforçando a hipótese de que a dominância de bambu compromete a sucessão ecológica, inibindo a chuva de sementes e conseqüentemente, afetando o recrutamento de novas espécies.

A proximidade com florestas secundárias confere resiliência a locais em regeneração, pois atuam como fonte de sementes (REID et al., 2015; CHAZDON et al., 2009) resultado que pode ser observado em CM, por meio do aumento de riqueza de espécies. A proximidade entre as quatro áreas de estudo as coloca no mesmo nicho regional de espécies (BONA et al., 2020). Entretanto, em BT e CQ a riqueza de espécies foi extremamente baixa, diferindo de FESD e CM. Assim, podemos assumir que são os processos locais, como a dominância de bambu, que estão limitando a abundância de sementes e riqueza de espécies na chuva de sementes (CORNELL; HARRISON, 2014). Esse resultado demonstra que a dominância do bambu impede a expressão natural da florística regional na chuva de sementes, pois atua como barreira física e ecológica aos mecanismos de regeneração florestal (FELKER et al., 2017).

## 6.2 MECANISMOS DE DISPERSÃO DE SEMENTES E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Estudos sobre os efeitos da dominância do bambu na fauna dispersora de sementes são limitados. Yang et al. (2008), encontraram uma diminuição da diversidade de pássaros em áreas dominadas por bambu, apresentando apenas um sétimo da diversidade encontrada em florestas sem bambu. Já Rother et al., (2013), encontraram maior riqueza de espécies de pássaros em áreas com bambu (74 espécies) do que em áreas sem bambu (55 espécies), no sudeste do Brasil. Segundo Xu et al., (2020), esses resultados opostos podem ser resultado de diferentes estágios de invasão. Assim, pode-se prever que a progressão da expansão do bambu pode levar à redução da diversidade aviária como resultado da diminuição da variedade de alimentos e habitats (XU et al., 2020), o que sugere que um dos motivos para a falta de chuva de sementes nas áreas dominadas por bambu em nosso estudo, é diminuição da fauna dispersora de sementes.

Sanquetta (2010) avaliou o efeito do controle mecânico de bambu na regeneração natural de espécies arbóreas na Floresta Ombrófila Mista e constatou um efeito significativo em um curto período (18 meses), indicando que essa prática de manejo pode auxiliar a restaurar ecossistemas com este tipo de degradação. O mesmo autor descreve o reaparecimento de plântulas de espécies arbóreas de forma intensa, resultante de uma melhoria do espaço vital propiciando condições para o rápido reaparecimento das plântulas que tinham dificuldade de se estabelecer sob a dominância de bambu. Portanto, esse resultado combinado com os do presente estudo, demonstram que o método de controle mecânico é eficiente em promover o retorno da chuva de sementes, e facilita a próxima etapa da sucessão natural, o estabelecimento de plântulas.

A elevada abundância de sementes de dispersão anemocórica em FESD coincide com outros estudos em florestas semidecíduais que indicaram a anemocoria como o principal modo de dispersão de sementes (BARBOSA; PIZO 2006; BERTONCINI; RODRIGUES 2008; GROMBONE-GUARATINI et al. 2014).

Embora tenha sido constatada a presença de animais dispersores (aves e primatas) no entorno das áreas, o pequeno número de espécies e sementes com mecanismo de dispersão biótico amostradas na chuva de sementes em BT e CQ, enfatiza a ausência de dispersores de sementes dentro destes ambientes, é possível haja uma baixa riqueza faunística dentro dessas áreas devido a homogeneidade de microhabitat, resultante da dominância de bambu. Portanto, a limitação de recrutamento pode ser a fase que mais influencia a dinâmica da comunidade e torna possível manter um estado degradado devido ao ciclo de autopropagação do bambu (GROMBONE-GUARATINI et al., 2014).

Os resultados positivos encontrados com o controle mecânico estão associados à retirada da barreira física formada pelas touceiras de bambu nessa área, que ocasionou uma alteração na estrutura da vegetação, proporcionando condições adequadas para o estabelecimento de espécies pioneiras, se desenvolvendo e frutificando precocemente, como observamos por exemplo, *Solanum mauritianum* que contribuiu com diversos indivíduos, tornando assim o local mais atrativo para a fauna dispersora.

O controle de bambu é uma questão crucial para a conservação de inúmeros ecossistemas vegetais no planeta, haja visto sua forte resiliência e plasticidade funcional (MONTTI et al., 2014; YANG et al., 2012), o que pode facilitar seu crescimento e expansão conforme as mudanças climáticas (FRADIQUE et al., 2021). Os resultados do presente estudo sugerem que a dominância de bambu representa uma ameaça substancial para a sucessão natural da floresta, através da inibição da chuva de sementes, trazendo sérias implicações para a degradação da biodiversidade e função do ecossistema. Além disso, é o primeiro estudo a comprovar o sucesso potencial de estratégias de controle de bambu para restaurar uma comunidade vegetal dominada pelo bambu através do retorno da chuva de sementes.

## 7 CONCLUSÃO

O aumento da chuva de sementes na área de controle mecânico (CM) em relação a área de bambu testemunha (BT) sugere que a disponibilidade de sementes não é o fator limitante para regeneração florestal na área dominada por bambu. O que está promovendo a manutenção da dominância de bambu é que essas sementes não conseguem acessar a área.

Considerando que o bambu pode se manter dominante por longos períodos (FELKER et al., 2017) e que controle mecânico (CM) proporcionou incremento em termos de estrutura e composição da chuva de sementes, concluímos que este método é eficiente promover o retorno desse importante mecanismo de regeneração florestal. No entanto, sua aplicabilidade precisa ser mais avaliada por ser uma técnica de intensa mobilização de solo.

O controle químico de bambu por aplicação de herbicida (CQ) não proporcionou efeitos significativos na riqueza da chuva de sementes em um período de 24 meses, aumentando apenas a abundância. Porém, esse resultado deve ser analisado com parcimônia pois 99,9% das sementes foram provenientes de uma única espécie (*Mikania* sp.). Esse tipo de controle requer maior tempo de monitoramento para que se possa evidenciar resultados mais expressivos.

Por fim, o incipiente conhecimento e catalogação de sementes de espécies de ecossistemas brasileiros em clima subtropical foi ressaltado no presente estudo, o que também reforça a necessidade de pesquisas científicas e, concomitantemente, divulgação científica dos dados.

## REFERÊNCIAS

- AIDE, T. M. et al. Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010). **Biotropica**, v. 45, n. 2, p. 262-271, 2013.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Zeitschrift**, v. 22, p.711-28, 2013.
- ANDERSON, M. J.; WALSH, D. CI. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing?. **Ecological monographs**, v. 83, n. 4, p. 557-574, 2013.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnaean Society**, London, v. [], n. 181, p.1-20, 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.
- BARBOSA, K. C.; PIZO, M. A. Seed rain and seed limitation in a planted gallery forest in Brazil. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 4, p. 504-515, 2006.
- BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Ufv, v. 1, 2004.
- BATTILANI, J. L. **Chuva de sementes em trecho de floresta ripária, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2010. 173 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2010.
- BERTONCINI, A. P.; RODRIGUES, R. R. Forest restoration in an indigenous land considering a forest remnant influence (Avaí, São Paulo State, Brazil). **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 3-4, p. 513-521, 2008.
- BONA, K. et al. Fine-scale effects of bamboo dominance on seed rain in a rainforest. **Forest Ecology and Management**, v. 460, p. 117906, 2020.
- BOOTH, B. D.; LARSON, D. W. The role of seed rain in determining the assembly of a cliff community. **Journal of Vegetation Science**, v. 9, n. 5, p. 657-668, 1998.
- BORREL, A.; BROWN, L.; SLATER, K. Chemical control of invasive *Psidium guajava* in Swaziland: A preliminary assessment of costs and efficacy. **African journal of agricultural research**, v. 6, n. 14, p. 3291-3297, 2011.
- BRADSHAW, C. JA; SODHI, N. S.; BROOK, B. W. Tropical turmoil: a biodiversity tragedy in progress. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 2, p. 79-87, 2009.
- BRASIL. **Política nacional de incentivo ao manejo sustentado e ao cultivo do bambu**. Lei nº 12.484, de 8 de set de 2011. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-)

- 2014/2011/lei/112484.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.484%2C%20DE%208,Bambu%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em 10 de mar de 2020.
- BUZQUIA, S. T. et al. Impacts of bamboo spreading: a review. **Biodiversity and Conservation**, v. 28, n. 14, p. 3695-3711, 2019.
- BYSTRIAKOVA, N. et al. Distribution and conservation status of forest bamboo biodiversity in the Asia-Pacific Region. **Biodiversity & Conservation**, v. 12, n. 9, p. 1833-1841, 2003.
- CAMPOS, E. P. de et al. Chuva de sementes em floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta botânica brasílica**, v. 23, n. 2, p. 451-458, 2009.
- CARVALHO, M. do C. D. de; SAQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D. Mechanical control effect of *Phyllostachys aurea* Carr. ex A. & C. Rivi'ere in Vila Velha State Park-Paraná State. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 907-915, 2020.
- CHAZDON, R. L. et al. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation biology**, v. 23, n. 6, p. 1406-1417, 2009.
- CHAZDON, R. L. **Second growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation**. University of Chicago Press, 2014.
- CHAZDON, R. L. **Renascimento de florestas. Regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- CHAZDON, R. L. et al. Fostering natural forest regeneration on former agricultural land through economic and policy interventions. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 4, p. 043002, 2020.
- CHEN, J. et al. Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology: variations in local climate can be used to monitor and compare the effects of different management regimes. **BioScience**, v. 49, n. 4, p. 288-297, 1999.
- CLARK, C. J.; POULSEN, J. R.; PARKER, V. T. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a lowland tropical forest 1. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 606-620, 2001.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian journal of ecology**, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.
- CORNELL, H. V.; HARRISON, S. P. What are species pools and when are they important? **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 45, p. 45-67, 2014.
- DE LA PEÑA-DOMENE, M. et al. Roles of birds and bats in early tropical-forest restoration. **PloS one**, v. 9, n. 8, p. e104656, 2014.
- DE OLIVEIRA, T. E. et al. Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: The reduction of natural grasslands. **Land use policy**, v. 63, p. 394-400, 2017.
- FELKER, R. M. et al. Impact of *Bambusa tuldooides* Munro (Poaceae) on forest regeneration. **Cerne**, v. 23, n. 2, p. 275-282, 2017.

FELKER, R. M. et al. Natural regeneration in area under domain of bamboo, in the south of Brazil. **Revista de Ciências Agrárias (Portugal)**, v. 41, n. 1, p. 82-92, 2018b.

FELKER, R. M. **Regeneração natural e relações ambientais em área de controle de *Bambusa tuldoides* Munro**. 2018. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2018.

FADRIQUE, Belen et al. Reduced tree density and basal area in Andean forests are associated with bamboo dominance. **Forest Ecology and Management**, v. 480, p. 118648, 2021.

FRAGOSO, R. DE O. et al. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1451-1464, 2017.

FUKUSHIMA, K.; USUI, N.; RYO O.; TOKUCHI, N. Impacts of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) invasion on dry matter and carbon and nitrogen stocks in a broad-leaved secondary forest located in Kyoto, western Japan. **Plant Species Biology**, v. 30, p. 81-95, 2015.

GARDNER, T. A. et al. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology letters**, v. 12, n. 6, p. 561-582, 2009.

GHAZOUL, J. et al. Conceptualizing forest degradation. **Trends in ecology & evolution**, v. 30, n. 10, p. 622-632, 2015.

GIBSON, L. et al. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 378-381, 2011.

GILROY, J. J. et al. Cheap carbon and biodiversity co-benefits from forest regeneration in a hotspot of endemism. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 6, p. 503-507, 2014.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology letters**, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.

GRISCOM, B. W.; ASHTON, P. M. S. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. **Forest Ecology and Management**, v. 175, n. 1-3, p. 445-454, 2003.

GROMBONE-GUARATINI, M. T. et al. Seed rain in areas with and without bamboo dominance within an urban fragment of the Atlantic Forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, n. 1, p. 76-85, 2014.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of tropical ecology**, p. 759-774, 2002.

GUARINO, E. S. G. et al. **Espécies de plantas prioritárias para projetos de restauração ecológica em diferentes formações vegetais no Bioma Pampa: primeira aproximação**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 79 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 457). 2020.



GUILHERME, Frederico AG et al. **Effects of flooding regime and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil**. *Plant Ecology*, v. 174, n. 1, p. 19-36, 2004.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. AT; RYAN, P. D. Paleontological statistics software package for education and data analysis.– **Paleontologia Electronica** 4/1: 1–9. 2001.

HANLEY, M. E. Seedling defoliation, plant growth and flowering potential in native-and invasive-range *Plantago lanceolata* populations. **Weed Research**, v. 52, n. 3, p. 252-259, 2012.

HASSLER, S. K. et al. Recovery of saturated hydraulic conductivity under secondary succession on former pasture in the humid tropics. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1634-1642, 2011.

HOLL, K. D. Restoration of tropical forests. **Restoration ecology: the new frontier**, p. 103-114, 2012.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). **Methods in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 12, p. 1451-1456, 2016.

INSTITUTO HORUS. Desenvolvimento e conservação ambiental. Registro de herbicidas para controle de espécies exóticas invasoras. 2016. Disponível em: [http://www.institutohorus.org.br/index.php?modulo=inf\\_marcos\\_legais\\_herbicidas](http://www.institutohorus.org.br/index.php?modulo=inf_marcos_legais_herbicidas). Acesso em: nov. 2019.

JUNIOR, C. N. S.; BRANCALION, P. H.S. **Sementes & mudas: guia para propagação de árvores brasileiras**. Oficina de Textos, 2016.

LIMA, R. A.F. et al. Bamboo overabundance alters forest structure and dynamics in the Atlantic Forest hotspot. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 32-39, 2012.

LÓPEZ-TOLEDO, L.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. The soil seed bank in abandoned tropical pastures: source of regeneration or invasion?. **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 82, n. 2, p. 663-678, 2011.

MACKEY, B. et al. Untangling the confusion around land carbon science and climate change mitigation policy. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 6, p. 552-557, 2013.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton university press, 1988.

MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2012.

MATOS, D. M. S.; PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 27-30, 2009

MONTTI, L. et al. Functional traits enhance invasiveness of bamboos over co-occurring tree saplings in the semideciduous Atlantic Forest. **Acta Oecologica**, v. 54, p. 36-44, 2014.

MOTOOKA, P.; CHING, L.; NAGAI, G. **Herbicidal weed control methods for pastures and natural areas of Hawaii**. 2002.

MUÑIZ-CASTRO, M. A.; WILLIAMS-LINERA, G.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Dispersal mode, shade tolerance, and phytogeographical affinity of tree species during secondary succession in tropical montane cloud forest. **Plant Ecology**, v. 213, n. 2, p. 339-353, 2012.

OVERBECK, G.E. et al. 2015. Fisionomia dos campos. In: Pillar, V. de. P; Lange, O. **Os campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos -UFRGS, p. 3344.

PEARSE, I. S.; LAMONTAGNE, J. M.; KOENIG, W. D. Inter-annual variation in seed production has increased over time (1900–2014). **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1868, p. 20171666, 2017.

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

PROTOPOPOVA, V. V.; SHEVERA, M. V.; MOSYAKIN, S. L. Deliberate and unintentional introduction of invasive weeds: A case study of the alien flora of Ukraine. **Euphytica**, v. 148, n. 1, p. 17-33, 2006.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2019.

REID, J. L.; HOLL, K. D.; ZAHAWI, R. A. Seed dispersal limitations shift over time in tropical forest restoration. **Ecological Applications**, v. 25, n. 4, p. 1072-1082, 2015.

ROTHER, D. C.; RODRIGUES, R. R.; PIZO, M. A. Effects of bamboo stands on seed rain and seed limitation in a rainforest. **Forest Ecology and Management**, v. 257, n. 3, p. 885-892, 2009.

ROTHER, D. C.; ALVES, K. J. F.; PIZO, M. A. Avian assemblages in bamboo and non-bamboo habitats in a tropical rainforest. **Emu-Austral Ornithology**, v. 113, n. 1, p. 52-61, 2013.

ROVEDDER, A. P. M. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: **Anais [do] LXIV Congresso Nacional de Botânica: botânica sempre viva [e] XXXIII ERBOT Encontro Regional de Botânicos MG, BA e ES**. Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, 2013.

SANTANA, C. R.; ANJOS, L. dos. Associação de aves a agrupamentos de bambu na porção Sul da Mata Atlântica, Londrina, Estado do Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 39-44, 2010.

SANQUETTA, C. R. Controle de taquaras como alternativa para a recuperação da Floresta com Araucária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 2010.

SANTOS, K. dos. **Impacto do controle mecânico de Taquaras (Bambusoideae) sobre a regeneração de uma área de floresta ombrófila mista.** 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

SCCOTI, M. S. V. et al. Dinâmica da chuva de sementes em remanescente de floresta estacional subtropical. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1179-1188, 2016.

SILVÉRIO, D. V. et al. Impactos do agrupamento do bambu *Actinocladum verticillatum* (Nees) McClure ex Soderstr.(POACEAE) sobre a vegetação lenhosa de duas fitofisionomias de Cerrado na transição Cerrado-Floresta Amazônica. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 347-355, 2010.

SIMMONS, M. T. et al. Selective and non-selective control of invasive plants: the short-term effects of growing-season prescribed fire, herbicide, and mowing in two Texas prairies. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 4, p. 662-669, 2007.

SUZAKI, T.; NAKATSUBO, T. Impact of the bamboo *Phyllostachys bambusoides* on the light environment and plant communities on riverbanks. **Journal of Forest Research**, v. 6, n. 2, p. 81, 2001.

TAYLOR, A. H.; ZISHENG, Q. Regeneration from seed of *Sinarundinaria fangiana*, a bamboo, in the Wolong Giant Panda Reserve, Sichuan, China. **American Journal of Botany**, v. 75, n. 7, p. 1065-1073, 1988.

TOSCAN, M. A. G.; GUIMARAES, A. T. B.; TEMPONI, L. G. Characterization of the litterfall production and seed rain in a reserve of seasonal semideciduous forest, Paraná State. **Ciencia Florestal**, v. 27, n. 2, p. 415-427, 2017.

VAN DER PIJL, L. Ecological dispersal classes, established on the basis of the dispersing agents. In: **Principles of dispersal in higher plants.** Springer, Berlin, Heidelberg, 1982. p. 22-90.

VINHA, D. et al. Influência da superabundância por *Aulonemia aristulata* (Bambuseae) sobre o banco de sementes transitório em um fragmento de Floresta Atlântica. **Rodriguésia**, v. 68, n. 4, p. 1177-1186, 2017.

VITOUSEK, P. M. et al. Introduced species: a significant component of human-caused global change. **New Zealand Journal of Ecology**, p. 1-16, 1997.

XU, QF. et al. Rapid bamboo invasion (expansion) and its effects on biodiversity and soil processes+. **Global Ecology and Conservation**, v. 21, p. e00787, 2020.

ZANINOVICH, S. C. et al. Replacing trees by bamboos: Changes from canopy to soil organic carbon storage. **Forest Ecology and Management**, v. 400, p. 208-217, 2017.

ZHANG, H.; XUE, J. Spatial pattern and competitive relationships of moso bamboo in a native subtropical rainforest community. **Forests**, v. 9, n. 12, p. 774, 2018.

WANG, J. et al. Tests of Hexazinone and Tebuthiuron for Control of Exotic Plants in Kauai, Hawaii. **Forests**, v. 10, n. 7, p. 576, 2019.

WILSON, S. D.; PÄRTEL, M. Extirpation or coexistence? Management of a persistent introduced grass in a prairie restoration. **Restoration Ecology**, v. 11, n. 4, p. 410-416, 2003.

WOLFE, B. T.; MACCHIAVELLI, R.; VAN BLOEM, Skip J. Seed rain along a gradient of degradation in Caribbean dry forest: Effects of dispersal limitation on the trajectory of forest recovery. **Applied Vegetation Science**, v. 22, n. 3, p. 423-434, 2019.

YANG, W. et al. Bamboo-like carbon nanotube/Fe<sub>3</sub>C nanoparticle hybrids and their highly efficient catalysis for oxygen reduction. **Journal of the American Chemical Society**, v. 137, n. 4, p. 1436-1439, 2015.