

CAPÍTULO 2

LIMITAÇÕES NA CHUVA DE SEMENTES E A AUTOPERPETUAÇÃO DE PLANTAÇÕES DE BAMBU ABANDONADAS EM ÁREAS RIPÁRIAS DE FLORESTA SUBTROPICAL: SUBSÍDIOS PARA A RESTAURAÇÃO

Data de aceite: 01/11/2023

Betina Camargo

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

Ana Paula Moreira Rovedder

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

Roselene Marostega Felker

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

Djoney Procknow

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

Bruna Balestrin Piaia

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

Maureen de Moraes Stefanello

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

Jéssica Puhl Croda

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

Guilherme Diego Fockink

Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências Agrárias, Depto.
Engenharia Florestal, Núcleo de Estudos
e Pesquisas em Áreas Degradadas
(NEPRADE), Santa Maria, RS

RESUMO: Compreender o fluxo de propágulos que chegam por meio da chuva de sementes é fundamental para determinar a dinâmica populacional de plantas em habitats alterados. A dominância de bambu pode afetar negativamente o recrutamento e a sobrevivência de árvores, além de limitar a chuva de sementes, o que interfere na sucessão natural da floresta.

Nosso estudo avaliou os padrões de chuva de sementes em um remanescente de floresta estacional semidecidual e em plantações de bambu abandonadas há 60 anos, ambas em áreas ripárias no sul do Brasil, inseridas em um mosaico com fragmentos de floresta nativa e silvicultura. Nas áreas de plantações de bambu abandonadas a chuva de sementes foi significativamente alterada, apresentando menor riqueza de espécies e densidade de sementes em comparação com a floresta nativa. A composição de espécies também diferiu da floresta nativa. Com base nas diversas mudanças observadas na chuva de sementes em plantações de bambu abandonadas, como a redução drástica na densidade de sementes (97%), concluímos que apesar da proximidade com fragmentos de vegetação nativa, a chuva de sementes é limitada nessas áreas, e assim, inibe o processo de regeneração da vegetação nativa, contribuindo para o ciclo de autopropagação da dominância de bambu.

PALAVRAS-CHAVE: Dominância de bambu; Dispersão de sementes; Grupos funcionais; *Bambusa tuldooides*; Floresta subtropical

LIMITATIONS ON SEED RAIN AND THE SELF-PERPETUATION OF ABANDONED BAMBOO PLANTATIONS IN RIPARIAN AREAS OF SUBTROPICAL FOREST: SUBSIDIES FOR RESTORATION

ABSTRACT: Understanding the flow of propagules that arrive through seed rain is essential to determine the population dynamics of plants in altered habitats. Bamboo dominance can negatively affect tree recruitment and survival, in addition to limiting seed rain, which interferes with natural forest succession. Our study evaluated seed rain patterns in a semideciduous seasonal forest remnant and in bamboo plantations abandoned 60 years ago, both in riparian areas in southern Brazil, inserted in a mosaic with fragments of native forest and forestry. In areas of abandoned bamboo plantations, seed rain was significantly altered, showing lower species richness and seed density compared to the native forest. The species composition also differed from the native forest. Based on the various changes observed in seed rain in abandoned bamboo plantations, such as the drastic reduction in seed density (97%), we conclude that despite the proximity to fragments of native vegetation, seed rain is limited in these areas, and thus, it inhibits the regeneration process of native vegetation, contributing to the self-perpetuating cycle of bamboo dominance.

KEYWORDS: Bamboo dominance; Seed dispersal; Functional groups; *Bambusa tuldooides*; subtropical forest.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo e manejo sustentável de bambus exóticos têm sido incentivados por uma política nacional estabelecida pela Lei nº 12.484 (Brasil, 2011). O bambu se destacou nas últimas décadas como um recurso renovável, principalmente devido às suas características de crescimento rápido, propriedades físicas e valor econômico (Buziquia et al., 2019). Algumas espécies de bambu dos gêneros *Bambusa* Schreb., *Dendrocalamus* Nees e *Phyllostachis* Siebold & Zucc são cultivadas em algumas regiões do Brasil para fins econômicos (Sanquetta et al., 2017).

No sul do Brasil, áreas de floresta nativa foram convertidas para o cultivo da espécie exótica *Bambusa tuldoides* Munro na década de 1960, sendo posteriormente abandonadas e dominadas pela espécie desde então (Felker et al., 2017). Algumas dessas plantações abandonadas ocupam áreas ripárias, protegidas pela legislação brasileira como **Áreas de Preservação Permanente** (Brasil, 2012). As áreas ripárias são zonas de interações físicas e bióticas diretas entre os ecossistemas terrestres e aquáticos. A vegetação nessas áreas desempenha um papel importante na conservação dos recursos hídricos, atuando na estabilização de encostas, contenção de sedimentos e manutenção da permeabilidade do solo (Zaimes et al., 2019). Além disso, elas garantem o escoamento de água e o controle da erosão por meio dos efeitos das raízes das plantas e da agregação do solo (Bronick & Lal, 2005; Kimura et al., 2017).

A persistência de espécies exóticas por longos períodos de tempo, como observado para *B. tuldoides* no sul do Brasil, está associada à falta de recrutamento de espécies nativas (Wolfe et al., 2019). Fatores como competição por recursos (por exemplo, luminosidade, espaço, nutrientes, etc.) e limitação de mecanismos de dispersão (por exemplo, disponibilidade de fauna dispersora de sementes e fontes de propágulos) podem contribuir para esse cenário (Muller-Landau et al., 2002).

A maioria dos estudos sobre dispersão de sementes está restrita a plantações de árvores, como plantações de eucalipto (Procknow et al., 2020), sendo escassos os estudos com monoculturas e/ou dominância de bambu. Ao contrário do eucalipto, as espécies de bambu, quando cultivadas, formam um dossel denso que sombreia o sub-bosque, restringindo a regeneração natural a espécies adaptadas a essa condição de luz (Felker et al., 2017). Além disso, a competição física por espaço também dificulta o desenvolvimento das espécies nativas (Felker et al., 2017).

Monoculturas interferem nos padrões de dispersão de sementes, alterando a dispersão anemocórica devido às mudanças na velocidade do vento e na turbulência (Procknow et al., 2020), assim como podem alterar a dispersão zoocórica, levando à homogeneização do micro-habitat e criando um ambiente pouco atrativo para a fauna dispersora de sementes devido à baixa disponibilidade de recursos alimentares (Vespa et al., 2018). Portanto, mesmo próximo a remanescentes de vegetação natural, a colonização dessas plantações de bambu por espécies nativas pode ser difícil.

A chuva de sementes compreende o processo de movimentação de sementes e frutos que chegam a um local determinado como resultado de diferentes mecanismos de dispersão (Booth & Larson, 1998). A importância da densidade e composição florística da chuva de sementes que chega às plantações de bambu abandonadas ainda é desconhecida. Essas informações podem ajudar a entender quais fatores (por exemplo, mecanismos de dispersão, grupos ecológicos de sementes dispersas, entre outros) podem influenciar a auto-perpetuação da dominância do bambu e apoiar alternativas de manejo.

Neste artigo, examinamos se a composição e abundância de chuva de sementes poderia ser um dos fatores que contribuem para o ciclo auto-perpetuador das plantações de *B. tuldoides* abandonadas há 60 anos em áreas ripárias do sul do Brasil. Especificamente, testamos as hipóteses de que, em plantações de *B. tuldoides* abandonadas: (i) a riqueza e a abundância de sementes são menores; (ii) a dispersão de sementes é menos eficiente; (iii) a composição florística da chuva de sementes é alterada. Para isso, comparamos a chuva de sementes em um local com plantações de bambu abandonadas e um local com floresta ripária nativa com vegetação secundária.

MATERIAIS E MÉTODOS

Áreas de estudo

Este estudo foi realizado em áreas ripárias no estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. A vegetação natural é Floresta Estacional Semidecidual, campos e vassoural (Rovedder, 2013; Overbeck et al., 2015; Guarino et al., 2018). A paisagem apresenta uma combinação de vegetação nativa, plantações de *Eucalyptus* spp. e manchas de *B. tuldoides*, um grande bambu lenhoso, nativo do continente asiático. Essas manchas de bambu são resultado de plantações abandonadas há aproximadamente 60 anos. Sua expansão foi, possivelmente, facilitada pela fragmentação florestal, proporcionada pela conversão de áreas naturais para a silvicultura e/ou por distúrbios naturais (por exemplo, aberturas causadas por queda de árvores). Essa espécie de bambu está presente tanto em áreas de produção de eucalipto quanto em áreas de preservação ambiental, configurando um problema de manejo ambiental para a região (Felker et al., 2017).

O tipo de clima regional é classificado como Cfa de acordo com a classificação climática de Köppen, descrito como subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida. A temperatura média do mês mais frio é de 16,8 °C, e a temperatura média do mês mais quente é de 24,2 °C. A precipitação mensal varia entre 74 mm e 300 mm, e a altitude média é de 154 m em relação ao nível do mar (Alvares et al., 2013). Os solos predominantes são Cambissolos Háplicos (Felker et al., 2017). Foram selecionadas duas áreas ripárias para este estudo, conforme descrito a seguir:

a) Floresta nativa: Um remanescente de floresta estacional semidecidual com cerca de 100.000 m², sem dominância de bambu. O local foi incluído como o ecossistema de referência, apresentando sucessão ecológica em estágio avançado, com altura média do dossel de 19 m. A abertura do dossel era de 5,5%. As principais espécies encontradas na regeneração natural são *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg, *Myrcia glabra* (O.Berg) D. Legrand, *Eugenia uruguayensis* Cambess., *Myrcia multiflora* (Lam.) DC. e *Trichilia elegans* A. Juss. (Felker et al., 2017).

b) Plantação de bambu: Plantação de *B. tuldooides* abandonada há 60 anos, com 20.000 m². Essas áreas eram florestas ripárias, suprimidas e substituídas por *B. tuldooides*. Essa espécie domina o local e ocupa o estrato superior da vegetação. A altura média do bambu é de 17 m e a densidade média de 1200 colmos.100m⁻² (Felker et al., 2017). O critério para definir a dominância do bambu em remanescentes florestais foi de 10 colmos.100m⁻² (Griscom e Ashton, 2003), o que evidencia o alto nível de dominância de bambu no local de estudo. A abertura do dossel era de 5,5% (Felker, 2017). As principais espécies arbóreas encontradas no sub-bosque são *Myrsine umbellata* Mart., *Cupania vernalis* Cambess., *Trichilia elegans* A. Juss., *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. O. Berg e *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk.

Desenho da amostra e coleta de dados

Avaliamos a chuva de sementes em armadilhas de 1 m², que foram feitas com malha de nylon de 0,5 mm fixada em estruturas de madeira, totalizando 10 armadilhas de sementes em cada local. As armadilhas de sementes foram estabelecidas com uma distância de aproximadamente 20 m entre cada uma no mesmo local e aproximadamente 50 m entre a plantação de bambu e o local de floresta nativa.

Coletamos todo o material depositado nas armadilhas de sementes trimestralmente, durante um ano, de janeiro a dezembro de 2015, considerando todos os propágulos (sementes e frutos) como chuva de sementes.

Classificamos os propágulos em morfoespécies e os identificamos no nível taxonômico mais alto possível. Fizemos isso com a ajuda de bibliografias específicas (Barroso et al., 2004, Souza Junior e Brancalion, 2016) e por comparação com material depositado no **Herbário** da Universidade Federal de Santa Maria. A nomenclatura botânica seguiu a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora e Funga do Brasil, 2020). Em seguida, contamos os indivíduos de cada morfoespécie.

As sementes foram classificadas de acordo com os mecanismos de dispersão em bióticos (ou seja, zoocoria) e abióticos (ou seja, anemocoria e autoicoria). Classificamos os mecanismos de dispersão (biótico vs. abiótico) com base na literatura especializada (por exemplo, Howe e Smallwood, 1982, Van der Pijl, 1982) e nas características morfológicas das sementes (ou seja, características para dispersão pela fauna, como frutos carnosos, ou dispersão pelo vento ou gravidade quando as sementes têm estruturas ou formas que facilitam o deslizamento ou voo).

Análise de dados

Realizamos o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade ($p > 0,05$) e o teste de Levene para verificar a homogeneidade da variância ($p > 0,05$) para as variáveis. Os dados foram transformados logaritmicamente quando não atenderam às suposições.

Realizamos a ANOVA unidirecional ($p < 0,05$), seguida pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), para comparar a floresta nativa e a plantação de bambu quanto à riqueza, abundância, diversidade de Shannon, equabilidade de Pielou, número de sementes por mecanismo de dispersão (biótico e abiótico) e número de sementes por grupos ecológicos (pioneiros e não pioneiros). As análises foram processadas no programa R (R Development Core Team, 2019).

Construímos curvas de abundância relativa para comparar a chuva de sementes por espécie entre os locais. Para isso, a abundância de cada morfoespécie foi transformada logaritmicamente e apresentada em um plano bidimensional do mais abundante ao menos abundante (Magurran, 1988).

Comparamos a riqueza e densidade de morfoespécies entre os locais com plantação de bambu e floresta nativa usando curvas de rarefação de espécies baseadas em amostras (número de armadilha de sementes) e baseadas em número de indivíduos (sementes) por área. O escalonamento das curvas de rarefação pelo número de indivíduos amostrados ou pelo número de amostras fornece estimativas de riqueza de espécies e densidade de espécies, respectivamente, que são duas métricas contrastantes de diversidade (Gotelli e Colwell, 2001). Intervalos de confiança de 95% não sobrepostos foram usados como critério para diferenças significativas entre os locais (Wolfe et al., 2019). As análises foram processadas no programa R (R Development Core Team, 2019) com a função iNEXT do pacote iNEXT (Hsieh et al., 2016).

Verificamos diferenças na composição florística entre as áreas, usando escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) com um ajuste bidimensional (Clarke, 1993), usando um índice de Bray-Curtis. Além disso, avaliamos a similaridade na composição da chuva de sementes entre as áreas com a Análise de Variância de Permutação Multivariada (PERMANOVA) (Anderson e Walsh, 2013). As análises foram processadas no programa R (R Development Core Team, 2019).

RESULTADOS

O número total de sementes amostradas foi de 3.625 distribuídas em 53 morfoespécies. Dessas, 34 foram identificadas pelo menos no nível de família botânica. O número de sementes amostradas na floresta nativa (3.524 sementes) foi significativamente maior do que na plantação de bambu (101 sementes) pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) (Tabela 1).

A curva de rarefação, quando escalonada a partir do número máximo de indivíduos que permitiu a comparação entre o número de indivíduos por área (101 sementes), mostrou menor densidade de espécies na chuva de sementes para a plantação de bambu do que na floresta nativa (Figura 1A). Quando a curva de rarefação foi escalonada a partir do número de amostras (Figura 1B), também mostrou menor riqueza na plantação de bambu.

	Floresta Nativa	Plantação de bambu	p (0,05)
Riqueza(S)	51 a*	14 b	0,043
Abundância	3.524 a	101 b	0,017
Shannon (H')	2.171 a	2.106 a	0.839
Pielou (J')	0.555 a	0.798 b	0.000

* Valores seguidos de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1: Comparação entre floresta nativa e plantação de bambu quanto à riqueza, abundância, diversidade e uniformidade da chuva de sementes no Sul do Brasil.

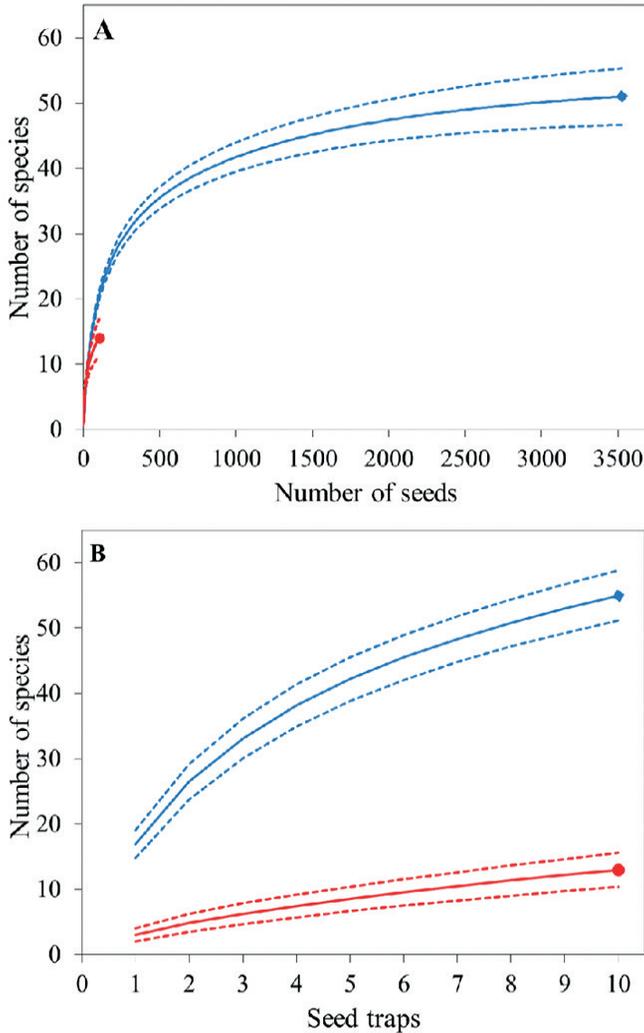


Figure 1. Curvas de rarefação de espécies da chuva de sementes em floresta nativa (♦) e na plantação de bambu (*Bambusa tuldooides*) (●) no sul do Brasil, dimensionado para (A) número de sementes amostradas e (B) número de armadilhas de sementes. As linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança de 95%.

As curvas de abundância relativa (Figura 2) mostraram que a chuva de sementes era dominada por poucas morfoespécies, enquanto a maioria das morfoespécies ocorria em baixa abundância em ambas as áreas. Além disso, cinco espécies foram responsáveis por 75% e 80% da chuva de sementes na floresta nativa e na plantação de bambu, respectivamente (Figura 2). *Myrsine coriacea* apresentou um número considerável de sementes em ambos os locais, totalizando 1.759 sementes. Esta espécie representou 50% da chuva de sementes na floresta nativa (1.740 sementes) e 20% da chuva de sementes na plantação de bambu (19 sementes). *Chomelia obtusa*, Myrtaceae 1 e *Gymnanthes klotzschiana* foram espécies abundantes na floresta nativa, mas não ocorreram na plantação de bambu.

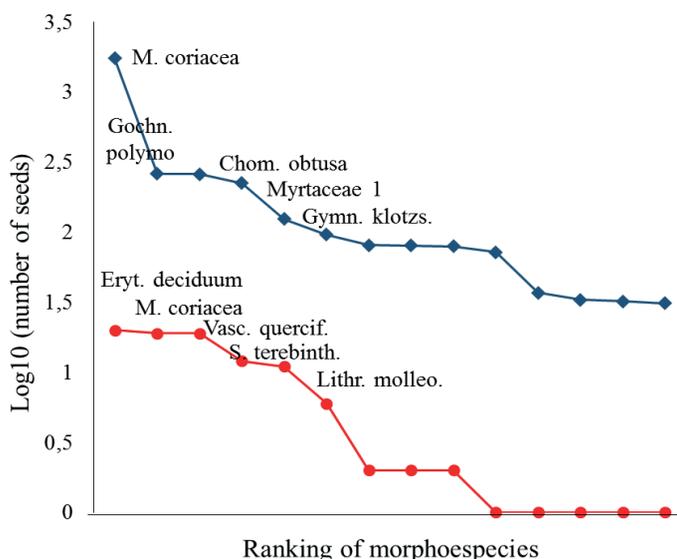


Figure 2. Curvas de abundância relativa de sementes para morfoespécies amostradas em floresta nativa (♦) e plantação de bambu (●). *M. coriacea*: *Myrsine coriacea*, Gochn. Polymo.: *Gochnatia polymorpha*, Chom. Obtusa: *Chomelia obtusa*, Myrtaceae 1: Myrtaceae 1, Gymn. klotzs.: *Gymnanthes klotzschiana*; Eryt. deciduum: *Erythroxylum deciduum*, Vasc. quercif.: *Vasconcellea quercifolia*, S. terebinth: *Schinus terebinthifolius* and Lithr. molleo.: *Lithraea molleoides*.

A maioria das sementes pertencia ao grupo de espécies pioneiras em ambas as áreas (Figura 3). No entanto, o número de sementes de espécies pioneiras e não pioneiras diferiu entre a plantação de bambu e a floresta nativa. A dispersão biótica foi predominante, mas o número de sementes dispersas por mecanismos bióticos e abióticos diferiu entre os plantação de bambu e floresta nativa (Figura 3).

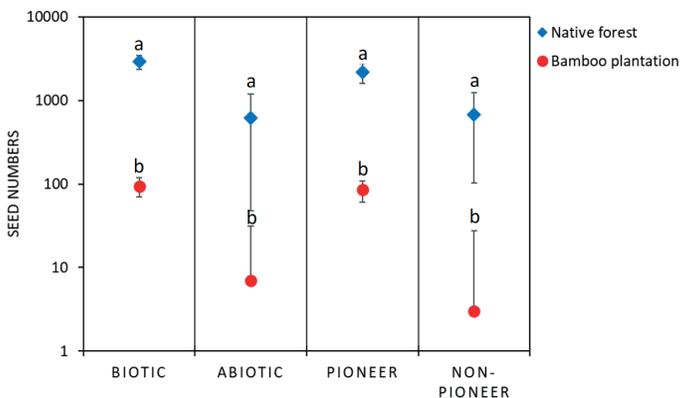


Figure 3: Mecanismos de dispersão biótica e abiótica e grupo ecológico pioneiro e não pioneiro de espécies de chuva de sementes em floresta nativa e plantação de bambu no bioma Pampa, sul do Brasil. Diferentes letras minúsculas denotam diferenças significativas em comparações post hoc de pares (Tukey's HSD, $\alpha < 0.05$).

A floresta nativa apresentou 39 morfoespécies exclusivas (73%) e a plantação de bambu mostrou duas morfoespécies exclusivas (4%). Ambas compartilham 12 morfoespécies (23%). As parcelas da floresta nativa se distanciaram das parcelas de plantação de bambu na análise NMDS, o que gerou dois grupos (Figura 4). O valor obtido para o estresse foi de 17,17, indicando que a análise foi adequada ao conjunto de dados. O PERMANOVA ($F = 5,2; p = 0,002$) demonstrou que a composição florística da chuva de sementes diferiu entre a Floresta Nativa e a Plantação de bambu, comprovando a consistência dos grupos NMDS.

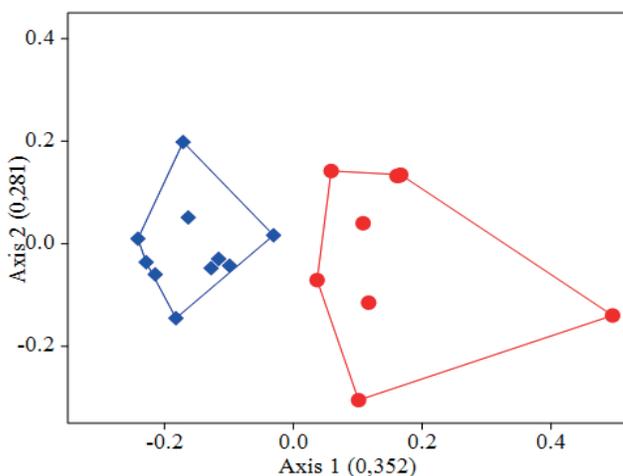


Figure 4. Gráfico de escala multidimensional não métrica (NMDS) baseado na similaridade de Jaccard e na composição de espécies da chuva de sementes na floresta nativa (♦) e na plantação de bambu (*Bambusa tuldoides*) (●) no sul do Brasil.

DISCUSSÃO

Com base nos resultados deste estudo, fica evidente que o bambu exerce uma influência significativa na limitação da chuva de sementes em áreas ripárias no sul do Brasil. A presença do bambu cria um ambiente desafiador para a dispersão de sementes, afetando a composição e a abundância da chuva de sementes. Esse comportamento pode impactar o potencial de regeneração natural a médio e longo prazo, o que pode ter contribuído para a manutenção da dominância do bambu por 60 anos.

A densidade do bambu e a dominância de dossel podem ser fatores que influenciam a exclusão de espécies. Em um estudo realizado por Grombone-Guaratini et al. (2014), o bambu reduziu a riqueza de espécies da chuva de sementes, mesmo que estivesse em baixa densidade e não ocupasse o dossel. Em nosso estudo, a diferença na riqueza de espécies e na composição florística da chuva de sementes entre a plantação de bambu e a floresta nativa sugere que a dominância do bambu está limitando a dispersão de sementes, mesmo que a Floresta Nativa e a Plantação de Bambu estejam no mesmo *pool* de espécies. Estudos demonstraram que a homogeneização do microclima causada pela dominância do bambu atua como um filtro ecológico, excluindo algumas espécies típicas da floresta subtropical (Felker et al., 2017).

O bambu age como uma barreira tanto para a dispersão biótica quanto para a dispersão abiótica de sementes. A sombra densa, a competição por recursos e a densidade populacional do bambu limitam a atratividade dessas áreas para a fauna dispersora de sementes, reduzindo assim a eficiência da dispersão biótica. Além disso, o bambu atua como uma barreira física para a dispersão abiótica, dificultando a chegada de sementes transportadas pelo vento. Como resultado, a densidade de sementes que chegam às áreas dominadas pelo bambu é drasticamente reduzida. É importante ressaltar que, embora a maioria das sementes na chuva de sementes seja composta por espécies pioneiras, o número total de sementes permanece extremamente baixo. Embora as espécies pioneiras estejam presentes, elas ainda enfrentam dificuldades em encontrar as condições adequadas de luz e espaço para se desenvolver sob o dossel de bambu.

Os resultados da composição florística da chuva de sementes também confirmaram nossa hipótese de que a dominância do bambu altera a composição da chuva de sementes. A clara separação entre as parcelas de plantação de bambu e a floresta nativa destacada pelo NMDS, sugere que as duas áreas têm comunidades de chuva de sementes distintas. Esses resultados indicam que a dominância do bambu está afetando negativamente a entrada de sementes de outras espécies na comunidade, o que pode dificultar a restauração ecológica dessas áreas. Além disso, ao longo de um período de 60 anos, não temos informações sobre eventos significativos de mortalidade do bambu que pudessem criar oportunidades para a regeneração natural de outras espécies. Esperava-se que, se ocorressem eventos de mortalidade do bambu, isso poderia favorecer a regeneração natural. No entanto, não

foi possível observar esse efeito, e a plantação de bambu permanece intacta.

Os resultados deste estudo têm implicações importantes para a restauração ecológica de áreas ripárias com plantações abandonadas de bambu, destacando a necessidade de estratégias de manejo que visem reduzir ou controlar o bambu e promover a dispersão de sementes por fauna para auxiliar na restauração dessas áreas.

CONCLUSÃO

O bambu representa um obstáculo importante para a chuva de sementes em áreas ripárias do sul do Brasil. Suas características, como sombra densa, competição por recursos e densidade populacional, criam barreiras que dificultam a entrada de sementes, tanto bióticas quanto abióticas. Isso resulta na predominância de espécies pioneiras na chuva de sementes, em detrimento das espécies maduras de floresta nativa. A redução na densidade de sementes que chegam às áreas dominadas pelo bambu não apenas compromete a regeneração natural desses ecossistemas, mas também afeta a disponibilidade de alimentos para a fauna. Esses resultados destacam a importância de estratégias de manejo e restauração para mitigar esses efeitos e promover a conservação da biodiversidade em áreas ripárias afetadas pelo bambu.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Anderson, M. J., & Walsh, D. C. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing?. *Ecological monographs*, 83(4), 557-574. <https://doi.org/10.1890/12-2010.1>
- Barroso, G. M., Morim, M. P., Peixoto, A. L., & Ichaso, C. L. F. (2004). *Fruits and seeds: morphology applied to dicotyledonous systematics* (Portuguese). Viçosa: Ufv, 443.
- Braga, A. J. T., de Lima, E. E., & Martins, S. V. (2015). Seed rain in successional stages of seasonal semideciduous forest in Viçosa-MG (Portuguese). *Revista Árvore*, 39(3), 475-485. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000300008>
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. (Accessed 13 July 2021).
- Brasil. Lei nº 12.484 de 2011 - Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu, 2011. Available in: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12484.htm. [Accessed 25 July 2021]
- Bona, K., Purificação, K. N., Vieira, T. B., & Mews, H. A. (2020). Fine-scale effects of bamboo dominance on seed rain in a rainforest. *Forest Ecology and Management*, 460, 117906. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117906>

- Booth BD, Larson DW. The role of seed rain in determining the assembly of a cliff community. *Journal of Vegetation Science* 1998; 9(5): 657-668. 10.2307/3237284
- Bronick, C. J., & Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2), 3-22.
- Buziquia, S. T., Lopes, P. V. F., Almeida, A. K., & de Almeida, I. K. (2019). Impacts of bamboo spreading: a review. *Biodiversity and conservation*, 28(14), 3695-3711.
- Catterall, C. P. (2018). Fauna as passengers and drivers in vegetation restoration: A synthesis of processes and evidence. *Ecological Management & Restoration*, 19, 54-62. <https://doi.org/10.1111/emr.12306>
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*, 18(1), 117-143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Cornell, H. V., & Harrison, S. P. (2014). What are species pools and when are they important? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 45-67. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091759>
- Cubiña, A., & Aide, T. M. (2001). The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture 1. *Biotropica*, 33(2), 260-267. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00177.x>
- Davies, G. M., & Gray, A. (2015). Don't let spurious accusations of pseudoreplication limit our ability to learn from natural experiments (and other messy kinds of ecological monitoring). *Ecology and Evolution*, 5(22), 5295-5304.
- de la Peña-Domene, M., Martínez-Garza, C., Palmas-Perez, S., Rivas-Alonso, E., & Howe, H. F. (2014). Roles of birds and bats in early tropical-forest restoration. *PloS one*, 9(8), e104656.
- de Moraes Stefanello, M., Rovedder, A. P. M., Felker, R. M., Gazzola, M. D., Camargo, B., Piaia, B. B., ... & Procknow, D. (2021). Cattle rearing promotes changes in the structure and diversity of vegetation in a forest remaining in the Pampa biome. *Ecological Engineering*, 161, 106154.
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available in: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br> [Accessed 31 July 2021]
- Felker, R. M., Rovedder, A. P. M., Longhi, S. J., Araujo, E. F., Stefanello, M. D. M., & Peccatti, A. (2017). Impact of *Bambusa tuldoides* Munro (Poaceae) on forest regeneration. *Cerne*, 23(2), 275-282. <https://doi.org/10.1590/01047760201723022297>
- Fragoso, R. D. O., Carpanezzi, A. A., Koehler, H. S., & Zuffellato-Ribas, K. C. (2017). Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. *Ciência Florestal*, 27(4), 1451-1464. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509830331>
- Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, 4(4), 379-391. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>
- Griscom, B. W., & Ashton, P. M. S. (2003). Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. *Forest Ecology and Management*, 175(1-3), 445-454. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00214-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00214-1)
- Grombone-Guaratini, M. T., Alves, L. F., Vinha, D., & Franco, G. A. D. C. (2014). Seed rain in areas with and without bamboo dominance within an urban fragment of the Atlantic Forest. *Acta Botanica Brasilica*, 28(1), 76-85. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062014000100008>

Guarino, E., Overbeck, G. E., Boldrini, I. I., Muller, S. C., Rovedder, A. P., de FREITAS, T. C., ... & Espindola, V. S. (2018). Espécies de plantas prioritárias para projetos de restauração ecológica em diferentes formações vegetais no bioma Pampa: primeira aproximação.

Holl, K. D. (2012). Restoration of tropical forests. *Restoration Ecology: The New Frontier*, 103-114.

Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics*, 13, 201-228.

Kimura, A., Baptista, M. B., & Scotti, M. R. (2017). Soil humic acid and aggregation as restoration indicators of a seasonally flooded riparian forest under buffer zone system. *Ecological Engineering*, 98, 146-156.

Lima, R. A., Rother, D. C., Muler, A. E., Lepsch, I. F., & Rodrigues, R. R. (2012). Bamboo overabundance alters forest structure and dynamics in the Atlantic Forest hotspot. *Biological Conservation*, 147(1), 32-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.015>

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press.

Martini, A. M. Z., & Dos Santos, F. A. M. (2007). Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. *Plant Ecology*, 190(1), 81-95. <https://doi.org/10.1007/s11258-006-9192-6>

Muller-Landau, H. C., Wright, S. J., Calderón, O., Hubbell, S. P., & Foster, R. B. (2002). Assessing recruitment limitation: concepts, methods and case-studies from a tropical forest. *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*, 35-53.

Muniz-Castro, M. A., Williams-Linera, G., & Martínez-Ramos, M. (2012). Dispersal mode, shade tolerance, and phytogeographical affinity of tree species during secondary succession in tropical montane cloud forest. *Plant Ecology*, 213(2), 339-353.

Overbeck, G.E., Boldrini, I.I., Carmo, M.R.B. do, Garcia, É.N., Moro, R.S., Pinto, C.E., Trevisan, R, Zannin, A. (2015). Fisionomia dos campos. In: Pillar, V. de. P; Lange, O (Coord). Os campos do Sul. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos -UFRGS, p. 33–44.

Pearse, I. S., LaMontagne, J. M., & Koenig, W. D. (2017). Inter-annual variation in seed production has increased over time (1900–2014). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1868), 20171666. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.1666>

Procknow, D., Rovedder, A. P. M., Piaia, B. B., de Moraes Stefanello, M., Camargo, B., Felker, R. M., ... & Gazzola, M. D. (2020). Seed rain as an ecological indicator of forest restoration in the Pampa biome. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 15(3), 1-8.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2019). <https://www.R-project.org/>

Rother, D. C., Rodrigues, R. R., & Pizo, M. A. (2009). Effects of bamboo stands on seed rain and seed limitation in a rainforest. *Forest Ecology and Management*, 257(3), 885-892. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.10.022>

Rovedder, A.P. M. 2013. Bioma Pampa: relações solo-vegetação e experiências de restauração. In: Stelmann, J.R. et al. (orgs.). Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, pp. 46–54.

Sanquetta, C. R., Ruza, M. S., Corte, A. P. D., Mognon, F., & Behling, A. (2017). Estimativa de volume aparente do colmo de três espécies de bambus exóticos. *Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia*, 1, 60-70.

- Scipioni, M. C., Galvão, F., & Longhi, S. J. (2013). Floristic composition and strategies of dispersion and regeneration of floristic groups in Seasonal Deciduous Forests in Rio Grande do Sul. *Floresta*, 43, 241-254. <https://doi.org/10.5380/rf.v43i2.27098>
- Silvério, D. V., Mews, H. A., Lenza, E., & Marimon, B. S. (2010). Impacts of the bamboo cluster *Actinocladum verticillatum* (Nees) McClure ex Soderstr. (POACEAE) on the woody vegetation of two Cerrado phytophysiognomies in the transition between Cerrado and Amazon Forest (Portuguese). *Acta Amazonica*, 40(2), 347-356. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000200013>
- Souza Junior, CN, & Brancalion, PHS (Eds) (2016). *Seeds and seedlings: guide for the propagation of Brazilian trees*. Oficina de textos.
- Stefanello, M. de M., Rovedder, A. P. M., Felker, R. M., Gazzola, M. D., Camargo, B., Piaia, B. B., ... & Croda, J. P. (2019). How Bovine Livestock Affects Seed Rain in Subtropical Climate Forest. *Journal of Agricultural Science*, 11(10). <https://doi.org/10.5539/jas.v11n10p240>
- Svenning, J. C., & Wright, S. J. (2005). Seed limitation in a Panamanian forest. *Journal of ecology*, 853-862. <https://doi-org.ez47.periodicos.capes.gov.br/10.1111/j.1365-2745.2005.01016.x>
- Toscan, M. A. G., Guimarães, A. T. B., & Temponi, L. G. (2017). Characterization of the litterfall production and seed rain in a reserve of seasonal semideciduous forest, Paraná State. *Ciência Florestal*, 27(2), 415-427. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509827725>
- Van der Pijl, L. (1982). *Principles of dispersal*, 3ª edition. Berlin: SpringerVerlag.
- Vespa, N. I., Zurita, G. A., Gatti, M. G., & Bellocq, M. I. (2018). Seed movement between the native forest and monoculture tree plantations in the southern Atlantic forest: A functional approach. *Forest Ecology and Management*, 430, 126-133.
- Wijdeven, S. M., & Kuzee, M. E. (2000). Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. *Restoration ecology*, 8(4), 414-424. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100x.2000.80056.x>
- Wolfe, B. T., Macchiavelli, R., & Van Bloem, S. J. (2019). Seed rain along a gradient of degradation in Caribbean dry forest: effects of dispersal limitation on the trajectory of forest recovery. *Applied Vegetation Science*. <https://doi.org/10.1111/avsc.12444>
- Yang, Q., Yang, G., Song, Q., Shi, J., Ouyang, M., Qi, H., & Fang, X. (2015). Ecological studies on bamboo expansion: process, consequence and mechanism. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 39(1), 110-124. <https://doi.org/10.17521/cjpe.2015.0012>
- Zaimes, G. N., Gounaridis, D., & Symeonakis, E. (2019). Assessing the impact of dams on riparian and deltaic vegetation using remotely-sensed vegetation indices and Random Forests modelling. *Ecological indicators*, 103, 630-641.