

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

RODRIGO DUTRA DA SILVA

**RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA
APLICADA ÀS SEMENTES NATIVAS E DIAGNÓSTICO DE DEMANDA PARA
RESTAURAÇÃO EM ÁREAS PÚBLICAS DO PAMPA**

Porto Alegre/RS

2023

RODRIGO DUTRA DA SILVA

**RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA
APLICADA ÀS SEMENTES NATIVAS E DIAGNÓSTICO DE DEMANDA PARA
RESTAURAÇÃO EM ÁREAS PÚBLICAS DO PAMPA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Prof. Dra. Sandra Cristina Müller

Coorientador: Prof. Dr. Gerhard Ernst Overbeck

Comissão Examinadora:

Pesq. Dra. Juliana Müller Freire (EMBRAPA)

Prof. Dra. Anaclara Guido (UDELAR)

Prof. Dr. Fernando Gertum Becker (UFRGS)

Porto Alegre/RS

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Dutra-Silva, Rodrigo
Restauração Ecológica: Análise da legislação
brasileira aplicada às sementes nativas e diagnóstico
de demanda para restauração em áreas públicas do Pampa
/ Rodrigo Dutra-Silva. -- 2023.

87 f.

Orientadora: Sandra Cristina Müller.

Coorientador: Gerhard Ernst Overbeck.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Programa
de Pós-Graduação em Ecologia, Porto Alegre, BR-RS,
2023.

1. restauração ecológica. 2. sementes nativas. 3.
Campos Sulinos. 4. áreas degradadas. 5. áreas
públicas. I. Müller, Sandra Cristina, orient. II.
Overbeck, Gerhard Ernst, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Agradecimentos

Minha pesquisa só foi possível graças ao apoio direto e indireto de diversas pessoas, a quem serei eternamente grato. Contudo, antes das pessoas, preciso agradecer ao Brasil, que possui universidades públicas, gratuitas e de qualidade oferecidas à sua população e onde pude formar-me profissionalmente durante toda a vida. De forma específica agradeço ao PPG Ecologia/UFRGS pela formação e à CAPES que o apoia. Ainda, na mesma linha, ao IBAMA, meu financiador, que possui planejamento de concessão de licenças de capacitação para que seus servidores possam avançar em conhecimentos em especialização, mestrado e doutorado, garantindo a manutenção da reconhecida excelência técnica.

À minha família, pais, irmãos, pela base recebida, e à esposa Thaís, e filhos Pablo e Miguel, que me apoiaram para que eu pudesse me dedicar à pesquisa desenvolvida nestes dois anos.

Aos colegas dos laboratórios de ecologia vegetal (LEVEG) e de estudos em vegetação campestre (LEVCAMP) que muito me ajudaram tanto na pesquisa quanto na rotina universitária. Destaco os colegas Pedro Thomas, Rosângela Rolim e Ana Porto que são coautores de futuros artigos oriundos desta dissertação.

Aos diversos pesquisadores que contribuíram na busca de informações nos países que busquei dados de legislação de sementes, onde destaco: Simone Pedrini (Curtin University - Austrália), Nancy Shaw (US Forest Service - Estados Unidos da América), Ann Mainz (VWW-Regiosaaten - Alemanha), Fernando Porta Siota (INTA - Argentina), Clara Milano (CERZOS/CONICET - Argentina), Federico Bosch (INASE - Uruguai), Jan Bannister (Instituto Forestal - Chile), Francisco Nogueira da Gama (MAPA - Brasil), Alexandre Sampaio (ICMBio - Brasil), Daniel Montardo, Gustavo Martins e Juliana Müller Freire (EMBRAPA - Brasil).

Ainda, destacadamente aos meus orientadores e amigos, Sandra Müller e Gerhard Overbeck, por toda paciência que tiveram e a enorme quantidade de conhecimentos que compartilharam sobre a restauração ecológica.

Por fim, dedico este trabalho a familiares já falecidos que me ensinaram a valorizar a pecuária nos campos nativos do Pampa em Júlio de Castilhos: vô Dinarte Dutra, e tios Antão Rosa e José Martins, e aos pesquisadores que considero referências nos estudos dos campos nativos do Pampa: professores Aino Jacques, Carlos Nabinger, Ilsi Boldrini, Valério Pillar, e *in memoriam* à Anacreonte Araújo, Ismar Barreto e Fernando Quadros.

Resumo

A restauração de ecossistemas é uma realidade e necessidade mundial à medida que apenas a conservação de remanescentes não é suficiente para deter o colapso da biodiversidade e o aquecimento global. A declaração da Década da Restauração de Ecossistemas das Nações Unidas (2021-2030) vai neste sentido, e no Brasil possuímos legislação ambiental que prevê a recuperação de milhões de hectares em todo o território, tanto em propriedades privadas quanto em áreas públicas. Contudo, para que a restauração vire realidade, além de vontade política dos governantes e geração de demanda, precisamos enfrentar desafios técnico-científicos e de legislação, apontados como limitantes para a obtenção de um insumo básico para a restauração: sementes nativas de qualidade. Assim, este trabalho procurou estudar a legislação brasileira de sementes nativas e compará-la, em alguns pontos-chave, com experiências de outros países, desde os países vizinhos, Uruguai, Argentina e Chile, até países dados como referência na produção de sementes nativas, Estados Unidos da América, Alemanha e Austrália. Comparamos aspectos relativos à regulamentação da coleta de sementes na natureza, qualidade de sementes, misturas e zonas de transferência, e destacamos possíveis pontos a evoluir na normatização brasileira. De outra parte, atacando o problema da demanda de restauração de campos no Pampa, realizamos entrevista com gestores de áreas públicas federais e estaduais no bioma, para o levantamento de demanda em terras do próprio governo. Estas áreas podem servir para aprendizado técnico e impulso da cadeia produtiva, a qual posteriormente atenderá proprietários rurais no cumprimento de suas obrigações de recuperação. E dada a falta de sementes nativas no mercado, ainda buscamos contribuir com dados de época de frutificação de espécies campestres na natureza, mostrando que sementes podem ser coletadas nos remanescentes conservados, como já é feito em diversas partes do mundo.

Palavras-chave: sementes nativas, restauração ecológica, Campos Sulinos, áreas degradadas

Abstract

Ecosystems restoration is a reality and worldwide need, as only the conservation of remnants is insufficient to prevent biodiversity collapse and global warming. The United Nations declaration of the Decade on Ecosystems Restoration (2021-2030) is about this regard and, in Brazil, we have environmental legislation that consider the recovery of millions of hectares throughout the territory, both in public and private lands. However, for restoration to become reality, besides the political will of the rulers and the generation of demand, we need to face technical-scientific challenges and the legislation, identified as limiting a basic tool for restoration: to have qualified native seeds. Thus, this work sought to study the Brazilian law of native seeds and compare it, at some key points, with experiences from other countries, neighboring ones, Uruguay, Argentina, and Chile, and countries known as reference for native seeds production, the United States of America, Germany, and Australia. We compared topics related to the regulation of seed collection in nature, seed quality, mixtures, and transfer zones, and highlighted some points to advance the Brazilian regulation. On the other hand, considering the absence of grassland restoration demand in the Pampa, which is a problem and we need overcome this, we conducted an interview with federal and state public areas managers, to search on demanding of restoration in government land. Such areas may be used to technical learning and to impulse the productive chain, which will later attend rural owners in fulfilling their recovery obligations. Finally, given the lack of native seeds in the market, we seek to contribute with data of fructification time of grassland species in nature, showing that seeds can be collected in conserved remnants, as done in other regions of the world.

Key words: native seeds, ecosystem restoration, South Brazilian grasslands, degraded area

Sumário

Introdução geral	8
Referências bibliográficas	10
CAPÍTULO I	
Como a legislação brasileira de sementes nativas pode avançar com base em boas práticas de restauração ecológica de outros países?	12
Introdução	15
A coleta de sementes na natureza	17
Qualidade das sementes: padrões para restauração e acesso a laboratórios	21
Misturas de sementes para restauração: regulamentação da produção e comércio	24
Procedência e zonas de transferência de sementes	28
Conclusões	30
Referências bibliográficas	33
Material Suplementar	
Apêndice I - Legislação consultada	40
CAPÍTULO II	
Restauração ecológica dos campos do Pampa: demanda em terras públicas, e de onde poderão vir as sementes nativas	43
Introdução	45
Material e Métodos	47
Resultados	48
Discussão	58
Conclusões	66
Referências bibliográficas	67
Material Suplementar	
Apêndice I – Formulário padronizado de entrevista	75
Apêndice II - Dados de espécies campestres pesquisadas em revisão quanto a época de colheita de sementes, ambiente e solos onde são encontradas, e região de ocorrência (preponderante) no Rio Grande do Sul.	79
Considerações finais	86

Introdução geral

A restauração ecológica vem ganhando espaço no Brasil e no mundo, considerando que já se tem o entendimento de que não basta apenas conservar ambientes, o que é prioritário, mas também precisamos avançar na restauração de ecossistemas degradados em diversas partes do planeta (Gann *et al.*, 2019). Nesse sentido, foi instituída a Década das Nações Unidas para a Restauração de Ecossistemas (2021-2030) (UN, 2019) que objetiva melhorar a vida das pessoas, combater as mudanças climáticas e deter o colapso da biodiversidade. Nessa pesquisa buscamos avaliar problemas práticos da restauração ecológica, como fatores associados com a falta de sementes de qualidade disponíveis no mercado. Dessa forma, abordamos fatores determinantes do sucesso da prática com base na ecologia da restauração, ciência na qual a restauração ecológica se baseia (SER, 2004). Por exemplo, discutimos a relevância da diversidade genética intra e interespecífica para a remontagem de comunidades campestres, da busca por sementes de espécies nativas na natureza, sem melhoramento genético, e da necessidade de se definir zonas de produção e comercialização de sementes, conforme a similaridade ambiental e histórica dos ecossistemas. Esses fatores têm embasamento teórico na ecologia de comunidades e ecossistemas, e resultam em implicações práticas para o sucesso da restauração ecológica em médio e longo prazo (Palmer *et al.*, 2016).

No Brasil a Lei de Proteção da Vegetação Nativa – Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) prevê obrigatoriedade de recuperação em diversos espaços do território, através do Programa de Regularização Ambiental (PRA), o que levou a edição do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – PLANAVEG (MMA, 2017), que vem sofrendo com descontinuidade, por falta de vontade política para implementação dos programas e cobrança de obrigações legais.

No bioma Pampa, eminentemente formado por fisionomia de vegetação campestre nativa, tão rico em biodiversidade quanto os demais biomas brasileiros (Andrade *et al.*, 2023), mas de conhecido esquecimento nas políticas públicas de conservação (Overbeck *et al.*, 2007), e pouquíssimos estudos em restauração (1% dos estudos no país segundo Guerra *et al.*, 2020), o PLANAVEG previu a recuperação de 300 mil hectares até o ano de 2030. Contudo, o PRA ainda não foi implementado no Estado do Rio Grande do Sul (Chiavari *et al.*, 2020) e o Cadastro Ambiental Rural (CAR) não é analisado e validado, fazendo com que a restauração de passivos não seja de fato executada. Esse atraso no cumprimento da legislação ambiental, aliado a judicialização da definição do conceito de área rural

consolidada no bioma faz com que a demanda por restauração de campos nativos praticamente não exista, e a cadeia produtiva da restauração, especialmente a de sementes nativas seja incipiente (Overbeck *et al.*, no prelo). Ao mesmo tempo, estima-se que apenas 25% das áreas degradadas do Pampa tenham potencial alto de regeneração natural (Rovedder *et al.*, 2018) o que evidencia a necessidade de introdução de propágulos em áreas com banco de sementes e entorno degradados.

Sobre as sementes nativas, com raríssima disponibilidade no mercado (Rolim *et al.*, 2022), além do problema de demanda reprimida, destaca-se a necessidade de avançarmos em conhecimento técnico-científico sobre as particularidades de cada espécie, e a legislação de sementes é considerada restritiva para o avanço da cadeia produtiva no país (Daldegan Sobrinho, 2016; Freire *et al.*, 2017; Rolim *et al.*, 2021).

Dessa forma, a pesquisa aqui realizada objetivou estudar a legislação de sementes nativas no Brasil e compará-la, em parte, com outros países do mundo, tanto dos países vizinhos, Uruguai, Argentina e Chile, quanto com países que possuem reconhecida cadeia produtiva de sementes nativas desenvolvida: Estados Unidos da América, Alemanha e Austrália. A comparação se deu com base em temas que consideramos chave para avanço na normatização brasileira, como a coleta de sementes na natureza, a qualidade de sementes, misturas, e zonas de transferência. Esta pesquisa consta como Capítulo I desta dissertação, e está no formato de artigo que será submetido à revista *Perspectives in Ecology and Conservation*¹ traduzido ao inglês e com a versão em português como Material Suplementar. Já no Capítulo II, buscamos dados para auxiliar no enfrentamento de dois problemas centrais indicados para o Pampa: (i) a baixa demanda de restauração de campos, e (ii) a falta de sementes nativas no mercado. Por ser assunto de aspecto mais regionalizado pretendo submeter o Capítulo II como artigo para a revista *Bio Diverso*² no idioma português.

Por fim, considero que esta pesquisa contribuirá para o enfrentamento dos problemas elencados, subsidiando ideias inovadoras para a legislação brasileira de sementes e para as discussões de políticas públicas que visem o avanço da restauração ecológica no país.

¹ <https://abeco.org.br/periodico>

² <https://www.seer.ufrgs.br/biodiverso>

Referências bibliográficas

Andrade, B. O.; Dröse, W.; Aguiar, C. A. D.; Aires, E. T., Alvares, D. J., Barbieri, R. L., ... & Mendonça Junior, M. D. S. (2023). 12,500+ and counting: biodiversity of the Brazilian Pampa. *Frontiers of Biogeography*. <https://doi.org/10.21425/F5FBG59288>

Brasil, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em 29/06/2023.

Chiavari, J., Lopes, C. L., & de Araujo, J. N. (2020). Onde estamos na implementação do código florestal? Radiografia do CAR e do PRA nos estados brasileiros. *Climate Policy Initiative & INPUT Brasil*. <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/prov0471.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Daldegan Sobrinho, J. (2016). Subsídios à elaboração de uma política pública para contribuir na estruturação da cadeia da restauração florestal: o programa de aquisição de sementes e mudas nativas (PASEM). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada IPEA. <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9231>. Acesso em 29/06/2023.

Freire, J. M.; Urzedo, D. I.; Piña-Rodrigues, F. C. M. (2017). A realidade das sementes nativas no Brasil: desafios e oportunidades para a produção em larga escala. *Seed News*, v. 21, n. 5, p. 24-28. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.24162.02243/1>

Gann, G.D., McDonald T., Walder B., Aronson J., Nelson C.R., Jonson J., ... & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, Washington D.C. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>

Guerra, A., Reis, L. K., Borges, F. L. G., Ojeda, P. T. A., Pineda, D. A. M., Miranda, C. O., ... & Garcia, L. C. (2020). Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. *Forest ecology and Management*, 458, 117802. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117802>

Ministério do Meio Ambiente - MMA. (2017). PLANAVEG: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Ministério do Meio Ambiente/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Ministério da Educação. Brasília, DF.

Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., ... & Forneck, E. D. (2007). Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9(2), 101-116. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.07.005>

Palmer, M.A., Zedler, J.B., Falk, D.A. (2016). Ecological Theory and Restoration Ecology. In: Palmer, M.A., Zedler, J.B., Falk, D.A. (eds) *Foundations of Restoration Ecology*. Island Press, Washington, DC. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-698-1_1

Rolim, R. G.; Overbeck, G. E.; Biondo, E. (2021). Produção e comercialização de espécies vegetais nativas ornamentais no Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, v. 7, n. 1, p. 30-40. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.71.30-40>

Rolim, R. G., Rosenfield, M. F., Overbeck, G. E. (2022). Are we ready to restore South Brazilian grasslands? Plant material and legal requirements for restoration and plant production. *Acta Botanica Brasilica*, 36. <https://doi.org/10.1590/0102-33062021abb0155>

Rovedder, A.M., Overbeck, G. E., Pillar, V. P., Matsumoto, M., Braga, J. (2018). Potencial de regeneração natural da vegetação no Pampa. MMA. https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/370/2018/04/Potencial_de_regeneracao_naturalpampa_compressed.pdf. Acesso em 29/06/2023.

Society for Ecological Restoration (2004) The SER international primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona. <https://www.ser-rrc.org/resource/the-ser-international-primer-on/>. Acesso em 29/06/2023.

United Nations. (2019). Resolution 73/284. United Nations on Decade Ecosystem Restoration (2021-2030). <https://undocs.org/en/A/RES/73/284>. Acesso em 29/06/2023.

CAPÍTULO I

Como a legislação brasileira de sementes nativas pode avançar com base em boas práticas de restauração ecológica de outros países?

Resumo

O Brasil participa dos esforços globais para restauração ecológica de ecossistemas e pretende recuperar 12 milhões de hectares de áreas degradadas até 2030. Para isso será necessária uma ampla oferta de sementes de espécies nativas, hoje insuficientes no mercado, o que em parte é atribuído a dificuldades associadas à legislação. Revisamos artigos sobre gestão da cadeia produtiva de sementes nativas, bem como a legislação específica do Brasil e outros países selecionados, para fins de comparação e identificação de bons exemplos. Verificamos pouco regramento acerca do controle de coleta de sementes na natureza no país, o que destoa das recomendações da Sociedade para Restauração Ecológica (SER) e de outros países. A manualização de boas práticas de coleta deve ser orientada pelos órgãos ambientais. No Brasil, fica evidente o baixo número de laboratórios credenciados para análise de qualidade de sementes nativas; são poucos e concentrados no sul e sudeste do país. Estratégias de credenciamento simplificado, com base nos padrões de qualidade da SER relativos a sementes destinadas à restauração, serão necessárias. Ainda, a regra para o comércio de misturas de sementes, que visam diversidade, é restritiva e necessita revisão normativa que facilite o uso, como é observado na União Europeia, contemplando inclusive misturas diretamente colhidas em remanescentes. Um aspecto importante, contemplado nos Estados Unidos da América e alguns países Europeus, é a definição de zonas de transferência de sementes (ZTS), as quais visam o uso de ecótipos adaptados e a manutenção da diversidade genética na restauração. Essas ZTS podem ser regulamentadas gradativamente e geralmente são baseadas em ecorregiões, que levam em conta aspectos edafoclimáticos. Este estudo mostra como exemplos de outros países e diretrizes da SER podem indicar formas de avançar na legislação brasileira e facilitar o desenvolvimento da cadeia produtiva de sementes para fins de restauração ecológica.

Palavras-chave

coleta de sementes - misturas de sementes - produção de sementes nativas - zonas de transferência de sementes.

Destaques

- A legislação brasileira de sementes nativas possui gargalos e lacunas que podem ser ajustados com base em boas práticas internacionais;
- A coleta de sementes na natureza deve ser discutida e manualizada pelos órgãos ambientais para que seja uma prática sustentável;
- A qualidade de sementes para o sucesso da restauração ecológica é importante, mas não deve seguir a padronização requerida para cultivares agrícolas;
- A comercialização de misturas de espécies para restauração, inclusive as diretamente colhidas, deve ser facilitada em prol da diversidade;
- É altamente recomendável que as zonas de transferência de sementes sejam implementadas, gradativamente, almejando a resiliência dos ecossistemas restaurados em longo prazo.

Resumo gráfico



Introdução

A Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas (2021-2030) estabelece enormes desafios de restauração ecológica para alcançar importantes objetivos, como melhorar a vida das pessoas, combater as mudanças climáticas e deter o colapso da biodiversidade (UN, 2019). No mesmo sentido, a maior iniciativa, o Desafio de Bonn, reúne esforços para restaurar/recuperar 350 milhões de hectares de áreas degradadas até 2030 (Gann *et al.*, 2019). Contudo, o suprimento de sementes nativas em quantidade e qualidade para cumprir tão audaciosas metas é um enorme desafio mundial (Merritt e Dixon, 2011; Nevill *et al.*, 2016; Pedrini & Dixon, 2020).

No Brasil, estima-se que, com a aprovação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa - Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), que 21 milhões de hectares devem ser recuperados em cumprimento às obrigações legais (Soares-Filho *et al.*, 2014). Nesse sentido, o governo federal instituiu o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, PLANAVEG (MMA, 2017), para promover a cadeia produtiva da recuperação da vegetação nativa e melhorar a quantidade, qualidade e a acessibilidade de sementes e mudas de espécies nativas, tendo como meta recuperar 12 milhões de hectares até 2030. O desafio já é enorme quanto à dimensão, e se torna ainda maior à medida que o Brasil não possui uma cadeia produtiva de sementes e mudas estruturada o suficiente para atender às metas de restauração (Moreira da Silva *et al.*, 2016). Por outro lado, possui experiência com redes de sementes de base comunitária, que com incentivos podem multiplicar sua capacidade (De Urzedo *et al.*, 2020). Ainda, a legislação nacional de sementes é considerada um empecilho ao aumento desta produção (Daldegan Sobrinho, 2016; Freire *et al.*, 2017; Rolim *et al.*, 2021). São citados problemas relativos à similaridade da regulamentação de controle entre sementes de espécies nativas e exóticas, à dificuldade de credenciamento de laboratórios de análise, e à falta de controle de qualidade genética das sementes (Moreira da Silva *et al.*, 2016; Freire *et al.*, 2017; De Urzedo *et al.*, 2019). Observa-se que a legislação brasileira (ver Box 1) é sobremaneira baseada na padronização típica das espécies de uso comercial agrícola, não prioriza a diversidade genética de espécies nativas almejada pela restauração ecológica, e não leva em conta o contexto socioecológico da produção e/ou comercialização de sementes nativas com base comunitária (De Urzedo *et al.*, 2020). Várias exigências legais, dentre elas a obrigatoriedade de responsável técnico para a produção de sementes, dificultaram o

cumprimento da legislação para milhares de pequenos produtores de sementes nativas, que são base dessa cadeia produtiva (Schmidt *et al.*, 2019). Dessa forma, se observa uma alta informalidade no setor (Piña-Rodrigues *et al.*, 2020) e dificuldades em avançar, como por exemplo, o baixo conhecimento sobre as espécies nativas, poucos laboratórios credenciados, aliado a uma demanda irregular que dificulta o cumprimento das exigências legais (De Urzedo *et al.*, 2019). Ao mesmo tempo, existem lacunas na normatização, como o baixo controle sobre a qualidade genética das sementes, o que pode colocar em risco o sucesso e a viabilidade ecossistêmica em longo prazo da restauração ecológica (Gann *et al.*, 2019), e a falta de controle sobre a coleta de sementes em ambiente natural, o que pode levar à sobre-exploração desses recursos nos remanescentes (Nevill *et al.*, 2018); um tema recorrente nas recomendações internacionais (ENSCONET, 2009; Pedrini e Dixon, 2020). Além disso, na legislação brasileira, somado ao viés agrícola preponderante, a terminologia associada às espécies nativas foca muito nas florestais. Isso faz com que profissionais e produtores que trabalham com espécies herbáceas ou arbustivas de ambientes gramíneos (campos e savanas do Brasil), que representam 27% do território do país (Overbeck *et al.*, 2022), busquem analogias para se enquadrarem nas normas, deixando-os à mercê do bom senso das autoridades em reconhecê-las.

Assim, realizamos uma revisão técnica e teórica em artigos científicos e legislação sobre o tema e consulta a especialistas em países selecionados, com os objetivos de buscar informações sobre leis ou recomendações para o uso e comercialização de sementes de espécies nativas para fins de restauração e comparar com a realidade normativa brasileira, a fim de subsidiar ações de gestão sobre o tema no país. Focamos em quatro aspectos principais: (i) a regulamentação da coleta de sementes de espécies nativas em remanescentes naturais, (ii) a qualidade exigida para a comercialização de sementes, (iii) a produção/comercialização de misturas, e (iv) a delimitação de zonas de transferência de sementes. Esses aspectos são apresentados e discutidos na sequência.

Box 1. Principais normas na legislação brasileira de sementes

A **Lei nº 10.711/2003** (Brasil, 2003) institui o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, mas trata basicamente de cultivares agrícolas, e delega (art. 47) ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a competência para “*regrar a produção e o comércio de sementes de espécies florestais, nativas ou exóticas, ou de interesse medicinal ou ambiental*”. Recentemente, esta Lei teve novo regulamento através do **Decreto nº 10.586/2020** (Brasil, 2020) e, administrativamente, tem-se ainda a **Instrução Normativa (IN) MAPA nº 17/2017** (Brasil, 2017) que regulamenta na prática a produção de sementes e mudas nativas, buscando garantir procedência, identidade e qualidade das sementes.

Esta legislação traz requisitos como o Registro Nacional de Sementes e Mudas – RENASEM³, onde as pessoas físicas ou jurídicas envolvidas na produção, beneficiamento, armazenamento, reembalagem e comercialização devem estar inscritas, bem como as que executam atividades de responsabilidade técnica, amostragem, coleta, certificação e análise laboratorial de sementes e de mudas. São isentos de registro no RENASEM, os pequenos produtores que comercializem até 10.000 mudas por ano.

Ainda, o Registro Nacional de Cultivares – RNC⁴ serve para inscrição tanto de cultivares quanto de espécies nativas selvagens que sejam comercializadas - Portaria MAPA nº 502/2022 (Brasil, 2022).

Ver toda a legislação consultada em Material Suplementar – Apêndice I.

A coleta de sementes na natureza

Padrões internacionais para coleta e produção de sementes nativas destinadas à restauração ecológica são sugeridos pela Sociedade para Restauração Ecológica (SER) (Cross *et al.*, 2020). Para manter a conservação das fontes naturais de coleta, indica que no máximo 20% das sementes maduras sejam coletadas em um remanescente natural, e no caso de espécies anuais, o máximo é 10% (Pedrini e Dixon, 2020). Os cuidados devem ser redobrados

³ <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/renasem.html>

⁴ <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb>

para o caso de populações ameaçadas, endêmicas ou raras (Nevill *et al.*, 2018). As diretrizes europeias vão na mesma linha e orientam que os coletores busquem as licenças de coleta, que em muitos países são obrigatórias (ENSCONET, 2009). Na Alemanha, a autorização para coleta é obrigatória para todas as espécies nativas segundo a lei de proteção à natureza (BNatschG, 2010), bem como na Austrália, onde as licenças devem ser buscadas junto às autoridades de cada estado (Cuneo *et al.*, 2021). Já nos Estados Unidos da América, as autorizações governamentais são exigidas em terras públicas (USDI/BLM, 2018). Ao consultarmos informações de países latino-americanos, verificamos que há ausência de regulamentação quanto à coleta na natureza no Chile e Peru (Atkinson *et al.*, 2018). Na Argentina a autorização de coleta deve ser buscada junto aos órgãos ambientais das unidades da federação (ex. Buenos Aires, 2019), e a área é registrada como produtora de sementes de espécies nativas - APSEN (Argentina, 2018). Contudo, verifica-se que o controle ambiental é voltado à coleta com acesso ao patrimônio genético. Esse controle também é observado no Uruguai - art. 22 da Lei nº 17.283/2000 (Uruguai, 2000), onde não se encontrou legislação específica sobre coleta para fins de restauração. Destaca-se aqui que, no entendimento da legislação brasileira, a coleta para fins de extrativismo e reprodução das espécies para produção de sementes e mudas não caracteriza acesso ao patrimônio genético, quando não envolve pesquisa e desenvolvimento tecnológico de novos produtos. Quando o objetivo é melhoramento genético, típico do desenvolvimento de cultivares, é considerado acesso ao patrimônio genético e deve seguir o previsto na Lei nº 13.123/2015 (Brasil, 2015) e Decreto nº 8.772/2016 (Brasil, 2016) - Ver Box 2.

No Brasil, a IN MAPA 17/2017 (Brasil, 2017), determina que se obedeça a legislação ambiental quanto à coleta de sementes na natureza (art. 5, III). No caso, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brasil, 2012) libera a coleta de sementes na natureza, salvo se houver regulamentos específicos que fixem períodos do ano e volumes máximos a serem coletados (art. 21). Regras sobre espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção exigem que as técnicas de coleta não coloquem em risco a sobrevivência do indivíduo e a conservação da espécie, e que sigam recomendações e restrições fixadas em planos de ação ou normas próprias (Brasil, 2014). Como exemplo de norma ambiental própria, podemos citar o controle sobre a coleta de sementes do pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*) que permite coleta somente após 15 de abril de cada ano, com objetivo de garantir a reprodução da espécie (Brasil, 1976). Ainda, recentemente tivemos a publicação de uma normativa (Brasil, 2022 b) que cobre uma lacuna referente à coleta de sementes e demais propágulos de vegetação nativa em unidades de conservação federais, para fins de restauração ou recuperação populacional de

espécies ameaçadas. A regra trouxe importantes diretrizes, como o estímulo a uma coleta que garanta diversidade genética e monitoramento dos impactos pós-coleta.

A regulamentação da coleta de sementes na natureza é importante, mas pode gerar impacto indesejado na cadeia produtiva, se for muito restritiva. Na Austrália, por exemplo, há levantamentos que indicam que muitos produtores optam pela informalidade, haja vista a burocracia para obtenção de licenças de coleta (Gibson-Roy *et al.*, 2021). Assim, *trade-offs* entre regular e não regular devem ser considerados de acordo com as características de cada país, de modo a não comprometer o suprimento de uma demanda crescente para atender as metas de restauração. Nesse sentido, tanto para atender à demanda quanto para minimizar possíveis impactos da coleta frequente em remanescentes naturais é recomendável o cultivo de espécies nativas em áreas de produção de sementes (*seeds production areas*, SPA) (Nevill *et al.*, 2016, Pedrini *et al.*, 2020, Zinnen *et al.*, 2021). Na legislação brasileira, de forma análoga, são previstos os "pomares de sementes" para fins ambientais, os quais ainda precisam ser definidos em normas complementares. No caso das SPA, existem cuidados mínimos para que não ocorra seleção genética, mesmo que não intencional, como, por exemplo, a renovação dos canteiros de espécies herbáceas a aproximadamente a cada 5 anos (Basey *et al.*, 2015).

Frente às recomendações internacionais para restauração ecológica e experiências em outros países, entendemos que há necessidade de evoluir em orientações dos órgãos ambientais brasileiros para a coleta sustentável de sementes e outros materiais de propagação vegetativa na natureza. Entretanto, recomendamos cautela na imposição de regras muito restritivas, para evitar que se tornem um gargalo à cadeia produtiva. A manualização de boas práticas de coleta, sugerindo períodos de restrição (defeso) ou até normas de controle para espécies raras, endêmicas ou ameaçadas, aliada a capacitação de coletores, podem ser desejáveis.

Box 2. Coleta de sementes na natureza *versus* acesso ao patrimônio genético

A coleta de sementes na natureza, para extrativismo ou produção de sementes e mudas é regrada pela legislação ambiental da União e Estados, com destaque à Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) que traz:

Art. 21. É livre a coleta de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes, devendo-se observar:

I - os períodos de coleta e volumes fixados em regulamentos específicos, quando houver;

II - a época de maturação dos frutos e sementes;

III - técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada no caso de coleta de flores, folhas, cascas, óleos, resinas, cipós, bulbos, bambus e raízes.

Já a coleta para fins de acesso ao patrimônio genético deve seguir a lei específica - Lei nº 13.123/2015 (Brasil, 2015), onde destacamos os conceitos firmados no art. 2, VIII, X e XI:

Acesso ao patrimônio genético - pesquisa ou desenvolvimento tecnológico realizado sobre amostra de patrimônio genético;

Pesquisa - atividade, experimental ou teórica, realizada sobre o patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado, com o objetivo de produzir novos conhecimentos, por meio de um processo sistemático de construção do conhecimento que gera e testa hipóteses e teorias, descreve e interpreta os fundamentos de fenômenos e fatos observáveis;

Desenvolvimento tecnológico - trabalho sistemático sobre o patrimônio genético ou sobre o conhecimento tradicional associado, baseado nos procedimentos existentes, obtidos pela pesquisa ou pela experiência prática, realizado com o objetivo de desenvolver novos materiais, produtos ou dispositivos, aperfeiçoar ou desenvolver novos processos para exploração econômica.

Qualidade das sementes: padrões para restauração e acesso a laboratórios

O entendimento acerca da qualidade de sementes comercializadas permeia o excessivo foco da legislação em torno da padronização e produtividade; um fenômeno mundial que vem desde a chamada Revolução Verde (anos 1960), que junto com a legislação de proteção a cultivares, marginalizaram o setor de sementes crioulas (De Souza e Rocha, 2022). O processo de industrialização da agricultura conduziu as regras para variedades selecionadas, uniformes e estáveis na produção, o que leva à não valorização da diversidade genética e à perda de variedades agrícolas em longo prazo (Prip e Fauchald, 2016). No caso da demanda por sementes nativas para restauração ecológica, a padronização advinda da baixa diversidade genética é inaceitável, pois afeta negativamente a resiliência das comunidades (Gann *et al.*, 2019), ou seja, as regras da atual legislação de sementes são inadequadas para atender a restauração ecológica.

Este viés de padronização agrícola é observado na legislação brasileira, e também é realidade em outros países (Mainz e Wieden, 2018, Prip e Fauchald, 2016), onde a maioria carece de instrumentos legais para o regramento da produção de sementes nativas para fins de restauração ecológica (Cross *et al.*, 2020). De outro lado, observa-se que a simples ausência de normas de controle do setor de sementes de espécies nativas não levou ao desenvolvimento da cadeia produtiva, como no Chile (Bannister *et al.*, 2018, Leon-Lobos *et al.*, 2020) e Peru (Atkinson *et al.*, 2018). Da mesma forma, orientações sem regramento explícito podem ser ineficientes para garantir adequada qualidade de sementes, como observado na Austrália (Broadhurst *et al.*, 2015, Gibson-Roy *et al.*, 2021). Neste país, há orientações para a cadeia produtiva de sementes nativas com diretrizes para a qualidade (Florabank⁵) que são pouco seguidas no mercado, pois a adesão é voluntária. A dificuldade de acesso a laboratórios credenciados e o custo das análises podem ser os principais motivos (Gibson-Roy *et al.*, 2021). Já a Argentina e Uruguai têm institutos nacionais específicos para o controle de sementes (INASE), mas o regramento é quase totalmente voltado às cultivares agrícolas. O Uruguai possui certificação voluntária para produção de mudas florestais exóticas e nativas (Uruguai, 2018) e a Argentina possui norma própria sobre a produção e comércio de sementes e mudas nativas (Argentina, 2018), sem descrever exigências de qualidade.

Para fins de restauração, a SER sugere padrões de qualidade para sementes de espécies nativas selvagens (i.e., sem melhoramento) que sejam acessíveis e práticos, buscando um

⁵ <https://florabank.org.au/guidelines>

produto final confiável, com máxima qualidade possível (Pedrini e Dixon, 2020). A qualidade diz respeito a atributos passíveis de mensuração, como pureza, viabilidade, germinação e dormência (Frischie *et al.*, 2020), porém sem o rigor praticado para fins agrícolas e com foco em qualidade/diversidade genética (Abbandonato *et al.*, 2018). Dadas as características desejáveis de variabilidade genética e ambiental das espécies nativas, não é razoável fixar valores mínimos para qualidade, mas sim realizar testes para informar o consumidor sobre o que esperar do produto (Pedrini e Dixon, 2020). Na maioria dos casos, os padrões internacionais de qualidade de sementes agrícolas (ISTA/AOSA⁶) são inviáveis de aplicação para as nativas, pois possuem objetivos finais diferentes. Enquanto os padrões agrícolas visam um mercado mundial de sementes padronizadas, o mercado de nativas em geral é local (Pedrini e Dixon, 2020) e a maioria das espécies não possui padrões de testes validados (Frischie *et al.*, 2020).

Contudo, é desejável investir em qualidade das sementes destinadas à restauração ecológica, considerando tanto aspectos de confiabilidade do produto comercializado (e.g., informando atributos de pureza, germinação ou viabilidade) quanto aspectos ecológicos (e.g., informando procedência). Atributos de pureza, por exemplo, devem focar principalmente no que diz respeito à ausência de espécies invasoras no lote de sementes comercializado, pois a invasão biológica em áreas sob restauração é um dos principais riscos (Funk *et al.*, 2008). Nos EUA, a detecção de ervas daninhas ou invasoras em um lote é um dos principais objetivos do teste de pureza (Elias *et al.*, 2006). A pureza, aliada à viabilidade - percentual de sementes com possibilidade de germinar - levará ao percentual de 'sementes vivas puras', o que é importante para definição de preço do lote e da densidade de semeadura (Pedrini e Dixon, 2020). Um teste de viabilidade das sementes recomendável é com uso de tetrazólio, apesar de não ter padrões de interpretação ISTA/AOSA disponíveis para a maioria das espécies nativas (Frischie *et al.*, 2020). Esse teste não é influenciado pela dormência, por isso seria recomendado para espécies nativas, as quais podem ter baixas taxas de germinação devido a esta característica (Elias *et al.*, 2006). A dormência atinge 50 a 90% das espécies nativas em geral, sendo uma importante estratégia de vida/estabelecimento das espécies na natureza diante de diferentes períodos ou condições físicas e ambientais, mas pode ser um problema em projetos de restauração quando não conhecida (Kildisheva *et al.*, 2020), principalmente por retardar o recobrimento do solo. Embora os testes de viabilidade e germinação sejam complementares e informem atributos distintos das espécies, a norma brasileira IN nº 17/2017

⁶ ISTA - International Seed Testing Association -- <https://www.seedtest.org/>
AOSA - Association Official Seed Analysts - <https://analyzeseeds.com/>

(art. 36, VIII) é flexível e permite a apresentação de um ou outro nos rótulos para comercialização.

Um atributo primordial de qualidade é a correta identificação botânica das espécies e da sua origem, o que é feito por certificadoras em alguns países. No Brasil, a identificação é feita pelo responsável técnico (RT), que atesta a identidade e a origem e acompanha todo o processo produtivo (art. 51 da IN nº 17/2017), sendo que o custo do RT pode ser bastante oneroso para pequenos produtores (De Urzedo *et al.*, 2019). Na Alemanha, a certificação é obrigatória (Mainz e Weiden, 2018) e envolve certificadoras privadas, como a VWW-Regiosaaten⁷, que avaliam identidade, origem, qualidade, embalagem e rotulagem dos lotes de sementes. Nos EUA, a certificação é voluntária, sendo realizada em certificadoras terceirizadas quanto à origem e identidade, conforme processo definido pela AOSCA⁸, e os testes de qualidade, cujos requisitos obrigatórios variam conforme legislações estaduais, são realizados em laboratórios que seguem as regras da AOSA (NASEM, 2020).

No Brasil, a atual cadeia produtiva de sementes nativas tem a particularidade de ser um setor com forte base comunitária (Schmidt *et al.*, 2019, De Urzedo *et al.*, 2020, Piña-Rodrigues *et al.*, 2020), o que deve ser levado em conta na construção de políticas públicas e normatização (Sampaio *et al.*, 2020, Kuhlmann e Dey, 2021). Talvez pela peculiaridade econômica-social do setor, aliada à demanda inconstante (Moreira da Silva *et al.*, 2016) e à própria complexidade no credenciamento de laboratórios, observa-se uma dificuldade de acesso a laboratórios de sementes credenciados pelo MAPA. Apesar de serem 188 laboratórios credenciados no país (MAPA, 2022), a maioria se dedica ao mercado agrícola, e verificamos que apenas 7 destes atuam com sementes florestais nativas quando cruzamos com os dados do Mapa das Sementes⁹, onde laboratórios atuantes no setor declaram trabalhar com espécies florestais nativas (CTSF, 2022). Esse é um gargalo crucial para o desenvolvimento do setor produtivo de espécies nativas; aspecto tratado com dispensa de credenciamento por 3 anos na IN nº 17/2017 (artigo 30, §1º - dispensa já vencida) e que deverá ser rediscutido na revisão da normativa, pois as dificuldades de credenciamento continuam.

Diante do exposto, verificamos que tanto a dificuldade de acesso a laboratórios credenciados quanto a adequabilidade dos testes e metodologias para sementes nativas são fatores limitantes à cadeia produtiva. Em países como Alemanha e EUA não encontramos registros de dificuldade quanto ao credenciamento e disponibilidade de laboratórios, o que

⁷ <https://www.natur-im-vww.de/wildpflanzen/vww-regiosaaten/>

⁸ AOSCA – Association of Official Seed Certifying Agencies - <https://www.aosca.org/>

⁹ <https://www.sementesflorestais.org/laboratoacuterios.html>

pode estar ligado a uma cadeia produtiva maior e mais aquecida financeiramente. No Brasil, pequenos produtores comumente vinculados à cadeia produtiva de espécies nativas não conseguem atender/custear todas as exigências legais, dificultando ainda mais o suprimento de sementes nativas para o mercado da restauração ecológica. Um caminho já trilhado foi a isenção de registro para a produção por pequenos produtores de mudas (até 10.000 mudas por ano). Na revisão dessa norma, é interessante reavaliar a escala da produção para isenção de registro para pequenos produtores (ampliando a quantidade com base na realidade da cadeia produtiva) e acrescentar a mesma dispensa para os pequenos produtores de sementes. Já para os empreendimentos de maior porte resta a simplificação do credenciamento de laboratórios, pois parece intransponível a dificuldade de atendimento no modelo atual.

Misturas de sementes para restauração: regulamentação da produção e comércio

Dentre os principais alvos da restauração ecológica estão a diversidade de espécies e a funcionalidade ecossistêmica em longo prazo (Gann *et al.*, 2019), assim é desejável maximizar a biodiversidade nos plantios através das misturas de sementes (Di Sacco *et al.*, 2021). Uma forma de introduzir um número significativo de espécies (alta riqueza), com diferentes funções e adaptadas a situações ambientais variadas, é via semeadura direta de misturas de sementes (Erickson e Halford, 2020). Essa técnica tem sido especialmente indicada/utilizada para restauração de ecossistemas abertos, como campos e savanas (Kaulfuß *et al.*, 2022). Nos EUA, líder mundial na produção de germoplasma para restauração (White *et al.*, 2018), por exemplo, o Bureau Land Management (BLM) adquire em média 907.000 kg de sementes por ano (McCormick *et al.*, 2021), e as misturas são muito utilizadas (Shaw *et al.*, 2020). No Brasil, é difundida a utilização de misturas, conhecidas popularmente como "muvuca", onde em geral, a mistura das sementes de diferentes espécies é feita apenas no momento do plantio (Campos-Filho *et al.*, 2013).

Existe a necessidade de avançar na regulamentação da produção e comercialização de misturas de sementes diretamente colhidas para fins de restauração no Brasil, uma prática eficiente e comumente usada na Europa (Scotton e Ševčíková, 2017; Mainz e Weiden, 2018) e que vem avançando com resultados experimentais positivos no Pampa sul-americano (Porta-Siota *et al.*, 2021; Pañella, 2022). Figura 1.

As sementes podem ser colhidas de forma mecanizada, misturadas desde sua origem, especialmente no caso das herbáceas de ecossistemas gramíneos, conforme a disponibilidade de campos conservados (Scotton e Ševčíková, 2017). Máquinas colhedoras com escovas

mecânicas têm sido utilizadas com eficiência para coleta de grandes quantidades de sementes (Pedrini *et al.*, 2020), e a preocupação com a sobre-exploração dos remanescentes naturais, já discutida anteriormente, é minimizada com o uso deste tipo de máquinas, pois é um método não destrutivo (não corta), que colhe apenas as sementes maduras, que se desprendem facilmente das inflorescências (Pañella, 2022).

Na Europa, a comercialização de misturas de sementes de espécies nativas teve impulso com a edição da Diretiva nº 60 (UE, 2010), que regulamentou a produção e comercialização de misturas para fins de preservação (De Vitis *et al.*, 2017; Mainz e Weiden, 2018; Abbandonato *et al.*, 2018). Embora a norma europeia tenha sido um marco positivo para o avanço na produção das espécies nativas selvagens, possui limitações por ter sido protetiva em relação às cultivares de espécies forrageiras nativas comerciais, ao restringir o comércio das misturas de preservação a apenas 5% (art. 8 da Dir. UE nº 60/2010) do mercado total de misturas forrageiras (De Vitis *et al.*, 2017, Abbandonato *et al.*, 2018). A Diretiva permite a produção e comercialização de misturas desde a colheita, com ou sem limpeza (art. 1, c), destinadas à restauração do meio natural. As misturas diretamente colhidas da natureza devem ser provenientes de áreas com, no mínimo, 40 anos de conservação (art. 5), e as espécies do lote devem ser listadas no rótulo, com o percentual de cada uma. Algumas espécies são listadas como indesejáveis, e a área fonte deve servir como uma área que contribui para a conservação (art. 1, a) na mesma região de origem, que pode transcender países (art. 3). Estes critérios são relevantes para garantir que as misturas colhidas venham de áreas bem conservadas, livre de invasoras, e da mesma zona de origem. Levando em conta os resultados que países europeus têm alcançado na restauração de ecossistemas campestres (De Vitis *et al.*, 2017), consideramos essa Diretiva um bom exemplo para o regramento da comercialização de misturas para restauração de ecossistemas gramíneos, como os campos e savanas do Brasil (Overbeck *et al.*, 2022).

No Brasil, a regra para comercialização de misturas de espécies nativas (art. 37 da IN nº 17/2017) é limitada, à medida que exige distinção das sementes (quando semelhantes) no lote (e.g., com coloração), uma regra que não foi encontrada para misturas de sementes nativas na Diretiva nº 60 (UE, 2010), na Alemanha, e EUA. Além disso, na norma brasileira não há a possibilidade de comercialização de misturas diretamente colhidas, o que parece ser relevante para o avanço em escala da restauração de ecossistemas gramíneos no país. A norma brasileira autoriza a produção de sementes para uso próprio (art. 61 da IN nº 17/2017), o que entendemos como aplicável à produção destas misturas para uso interno nos projetos de

restauração, sem comercialização, com declaração de produção ao MAPA (Anexo XIII da IN nº 17/2017).

Alguns desafios envolvem a identidade botânica das espécies da mistura diretamente colhida, considerando as espécies ou gêneros dominantes que estejam frutificando no momento da colheita, e a escolha de áreas fonte livres de espécies exóticas invasoras. Sobre a qualidade da mistura diretamente colhida, pode ser importante a informação de atributos de pureza para fins comerciais, mas sem necessidade de estabelecer padrões mínimos, pois neste processo é comum ter um alto percentual de material inerte. Na regra europeia as misturas diretamente colhidas são dispensadas de informações de qualidade quanto a pureza e germinação, sendo a rotulagem focada na identificação da área fonte, região de origem e habitat, método de colheita e composição de espécies (art. 11 da Diretiva UE nº 60/2010). As exigências quanto à qualidade são maiores para as misturas desenvolvidas por cultura, que são aquelas produzidas em canteiros com espécies individualizadas e posteriormente misturadas para a venda conforme a necessidade.

Assim, consideramos a Diretiva UE nº 60/2010 como um bom exemplo para basear a discussão no Brasil, atentando as sugestões de evolução a partir da prática europeia (Ladouceur *et al.*, 2018, Abbandonato *et al.*, 2018).



Figura 1 - Imagens ilustrando a colheita de misturas (1 a, b) e a mistura diretamente colhida (1 c) na Alemanha; colheita de misturas na Itália (2 a, b); colheitas de misturas experimentais no Pampa sul-americano, na Argentina (3), Uruguai (4) e Brasil (5 a, b, c). Fotos: 1 (a,b,c): Anita Kirmer, Phillip Seeligmann; 2 (a,b): Davide Barberis; 3: Fernando Porta Siota; 4: Anaclara Guido; 5 (a, b, c): Ana Porto, Davi Morales, Antonela Seelig.

Procedência e zonas de transferência de sementes

A garantia de procedência das sementes, bem como a delimitação de zonas de transferência de sementes ou mudas de espécies nativas expressam a preocupação com a qualidade e diversidade genética do material utilizado para fins de restauração (Gann *et al.*, 2019). A falta de controle da qualidade genética das sementes e mudas de espécies nativas no Brasil é uma realidade (Freire *et al.*, 2017), embora a informação sobre a procedência dos propágulos comercializados e do número de matrizes coletadas para a formação do lote seja uma exigência normativa (art. 5, I da IN nº 17/2017). Há uma concentração da cadeia produtiva de sementes e mudas de nativas no sudeste do país (Moreira da Silva *et al.*, 2016), o que acaba ocasionando a venda do material produzido para outras regiões e até outros biomas brasileiros. Mesmo que a espécie tenha ampla distribuição geográfica, esse procedimento pode colocar em risco o futuro das áreas restauradas, à medida que introduz ecótipos não adaptados (McKay *et al.*, 2005). No Brasil não há delimitação de zonas de transferência de sementes (ZTS) ou mudas. Na legislação de sementes (art. 82, XIX do Decreto nº 10.586/2020) (Brasil, 2020) há o conceito de regiões bioclimáticas, baseadas em condições edafoclimáticas que interferem no crescimento e desenvolvimento das espécies. Contudo, as mesmas não foram delimitadas, sugeridas ou exigidas em normas complementares.

A definição de ZTS pode estar embasada em dados de solo e clima, tal como o conceito de região bioclimática, por isso podemos usar os termos de forma análoga. A ideia é identificar uma área geográfica dentro da qual as sementes podem ser transferidas sem efeitos negativos sobre seu desempenho (Gann *et al.*, 2019). Sabe-se que o uso de sementes locais (ou de uma mesma região) é a melhor escolha para restauração ecológica, pois são as mais adaptadas ao sítio, provendo maior resiliência aos plantios e sucesso à restauração (Lillesø *et al.*, 2001, McKay *et al.*, 2005, Vander Mijnsbrugge *et al.*, 2010). Deve-se, porém, tomar cuidado de ter um número adequado de populações, evitando a procedência de populações muito próximas, pequenas e fragmentadas, pois podem gerar problemas de endogamia (Gann *et al.*, 2019). A introdução de genótipos não locais pode impactar negativamente a estrutura genética de populações remanescentes locais (*outbreeding depression*), reduzir a adaptação nas gerações subsequentes devido à introdução de genes mal adaptados e, como consequência, comprometer a restauração ecossistêmica em longo prazo (McKay *et al.*, 2005). Estes impactos são lentos e especialmente importantes no caso das espécies de crescimento lento e vida longa (Vander Mijnsbrugge *et al.*, 2010).

A SER sugere que haja uma orientação de coletores de sementes através da identificação explícita de ZTS embasadas em dados de geologia, clima, solos, hidrologia e vegetação, quando faltam dados acerca da distribuição genética das espécies (Pedrini e Dixon, 2020). Neste sentido, a diferença ambiental é mais importante para a definição de ZTS do que a distância geográfica (Lillesø *et al.*, 2001, Vander Mijnsbrugge *et al.*, 2010, Cevallos *et al.*, 2020).

As ZTS já são discutidas e sugeridas há tempos nos EUA e Europa, especialmente para espécies arbóreas e mais recentemente para herbáceas (Erickson e Halford, 2020). Experiências de quase um século nos EUA mostraram insucesso em plantios de árvores com material genético oriundo de regiões diferentes do destino, e subsidiaram discussões que levaram o estado de Washington a delimitar ZTS de árvores desde os anos 1960 (Randall e Berrang, 2002). No país, as ZTS são consideradas provisórias, baseadas em clima (aridez e temperatura) e não em dados genéticos, e são indicadas para uso combinado com mapas de distribuição geográfica de ecorregiões (Bower *et al.*, 2014). Na Europa, Áustria, Alemanha, Suíça, França, Reino Unido, República Tcheca, Noruega e Hungria possuem ZTS delimitadas (Jørgensen *et al.*, 2016, De Vitis *et al.*, 2017, Cevallos *et al.*, 2020). A Alemanha tem 22 regiões de origem, mas para viabilizar a indústria de sementes nativas, permite-se que a comercialização se dê no interior de 8 áreas de produção agrupadas (Mainz e Weiden, 2018).

As ZTS definidas a partir de informações climáticas e edáficas conseguem capturar parte significativa da variabilidade genética das espécies (Durka *et al.*, 2017) e podem transcender os limites de países (De Vitis *et al.*, 2017, Cevallos *et al.*, 2020). A criação de ZTS internacionais, para fins de restauração ecológica, poderia ser levada ao Mercado Comum do Sul - Mercosul, pois há ecorregiões, tanto para ecossistemas gramíneos quanto florestais, compartilhadas entre os países membros. Na América latina, há ZTS delimitadas e obrigatórias no México e, a Argentina tem zonas tecnicamente orientadas para algumas espécies arbóreas (Atkinson *et al.*, 2018). O Chile não possui ZTS delimitadas, nem mesmo para espécies de alto valor comercial ou de conservação (Leon-Lobos *et al.*, 2020).

A edição do Decreto nº 10.586/2020 no Brasil trouxe oportunidade para um potencial avanço na delimitação das ZTS, considerando como base ecorregiões já sugeridas dentro de biomas brasileiros, como por exemplo no Pampa (Hasenack *et al.*, 2023) e Cerrado (Françoso *et al.*, 2019). Eventualmente, ecorregiões mais similares poderão ser agrupadas, para fins de viabilização econômica da produção, como ocorre na Alemanha (vide acima). A proposição e regulamentação de ZTS no Brasil deve ser gradual, pois a produção de sementes e mudas é concentrada em algumas regiões do país, sendo necessário tempo e incentivos para que ocorra

uma descentralização (Moreira da Silva *et al.*, 2016; De Urzedo *et al.*, 2020). Por outro lado, tem-se visto que apenas recomendações técnicas com prazo indefinido de adesão podem não ser efetivas (Gibson-Roy *et al.*, 2021). Uma alternativa para alavancar o processo de fortalecimento da qualidade genética dos propágulos destinados à restauração ecológica pode ser a de que os órgãos ambientais exijam nos projetos de recuperação, restauração e licenciamento, o uso de sementes e mudas de origem local ou regional. Exemplo positivo disso foi o edital de conversão de multas para restauração ecológica de 644 hectares de floresta atlântica em áreas protegidas em Santa Catarina, onde o IBAMA¹⁰ exigiu a produção de mudas de origem local. O mesmo vale para possíveis financiamentos públicos ou compras governamentais (Jalonen *et al.*, 2018).

Conclusões

Este trabalho traz uma revisão da normatização brasileira aplicada para o mercado de sementes e mudas de espécies nativas e avaliação de como alguns países têm atuado diante da coleta, produção e regulamentação da qualidade das sementes puras ou em misturas, bem como em relação a controles de procedência e circulação de sementes nativas, considerando o foco em restauração ecológica dos ecossistemas naturais (veja síntese no Quadro 1).

A normatização brasileira para sementes nativas pode evoluir e utilizar-se de exemplos e experiências de outros países e de órgãos com atuação internacional em restauração ecológica, como vemos em publicações sobre protocolos mínimos da Sociedade para Restauração Ecológica. Além disso, deve estar mais atenta a atributos de diversidade e focar menos nas padronizações comumente buscadas para sementes agrícolas, sendo necessárias normas específicas para sementes nativas de interesse ambiental, hoje misturadas com normas generalistas, que servem para silvicultura de exóticas e nativas.

Os órgãos ambientais brasileiros precisam se envolver mais na discussão da normatização da produção de sementes nativas, pois são competentes para reger a coleta na natureza e são também usuários finais, mesmo que indiretos, das sementes e mudas. No momento, a maioria das sementes e mudas compradas não tem garantia de qualidade genética, o que coloca em risco os projetos aprovados, dado que a resiliência do plantio e funcionalidade ecossistêmica em médio e longo prazo podem estar comprometidas.

¹⁰ <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/editaisconvites/2018/concorrenca-publica-02-2018/2018-08-31-chamamento-publico-02-2018-sc.pdf>

A problemática do credenciamento de laboratórios poderá ser enfrentada com simplificação de procedimentos, onde a criação de grupos de trabalho, como ocorreu em outros países, pode auxiliar para que os diferentes atores, como coletores, produtores, redes de sementes, restauradores, autoridades e especialistas em tecnologia de sementes, manifestem suas necessidades e pontos em comum para a sugestão de melhorias e adequabilidade dos testes de qualidade das sementes nativas usadas para restauração ecológica.

Além disso, a atualização da normatização de controle precisa levar em conta o público atendido, considerando seu porte, mercado restrito e intermitente, e outras particularidades que justifiquem flexibilidades regulatórias (Kuhlmann e Dey, 2021).

Por fim, é importante mencionar que embora exista espaço para melhorias na normatização da produção de sementes nativas, no presente estudo verificamos que em países com cadeia produtiva avançada isso ocorreu atrelado a políticas públicas que fomentaram uma demanda constante (Nyoka *et al.*, 2014, Mock *et al.*, 2016, Jalonen *et al.*, 2018). Nesse sentido, é vital que políticas públicas brasileiras, como o Programa de Regularização Ambiental - PRA (art. 59 da Lei nº 12.651/2012), sejam de fato urgentemente implementadas no Brasil, criando assim a demanda necessária para alavancar a cadeia produtiva de sementes de nativas.

Quadro 1 - Síntese das informações encontradas na leitura de 75 artigos, análise de legislação, e em consulta a especialistas (39) de 7 países pesquisados nos 4 temas comentados neste artigo. A lista completa de legislação consultada consta no Material Suplementar - Apêndice I e as informações confirmadas por especialistas e instituições estão citadas ao longo deste artigo.

Países	Licença para coleta na natureza	Qualidade de sementes	Misturas	Zonas (ZTS)
Brasil ¹	Não é obrigatória em geral. Existem algumas orientações nas normas, e precisa avançar em manualização e capacitação.	Exigida, com viés agrícola e florestal. Credenciamento de laboratórios é complexo. Precisa ser adaptado à realidade da cadeia, e avançar em qualidade genética.	Permitidas, mas com restrições. A comercialização de misturas diretamente colhidas precisa ser regulamentada.	Possui menção às regiões bioclimáticas na legislação, mas não regulamentadas. Sugere-se regulamentação gradativa, e no mínimo que sejam orientadas/sugeridas para a restauração ecológica.
Alemanha ²	Sim, obrigatória e prévia. Não encontramos registro de problemas quanto a isso.	Exigida, com certificação. Não encontramos registro de dificuldade com credenciamento de laboratórios, o que parece ligado a um bom mercado de sementes nativas.	Permitidas, com regras específicas para as misturas diretamente colhidas. Este tipo de mistura é muito utilizada, e com poucas exigências de qualidade.	Sim, obrigatória. Existem 08 regiões onde as sementes podem ser comercializadas no seu interior. Foi necessário agrupar ecorregiões (8 de 22) para viabilizar o mercado.
Estados Unidos da América ³	Obrigatória somente em terras públicas e áreas protegidas.	Exigida. Não encontramos registro de dificuldade com credenciamento de laboratórios, o que parece ligado a um mercado pujante de sementes nativas.	Permitidas e amplamente utilizadas. As misturas em geral são feitas a partir de compras de sementes de espécies individualizadas.	Existem zonas sugeridas, em geral observadas nas compras governamentais, ou em projetos mais exigentes em qualidade, o que representa grande parte da cadeia produtiva.
Austrália ⁴	Sim, obrigatória e prévia, conforme exigência dos Estados. Há registros de dificuldades de coletores frente a essa etapa.	Não obrigatória. Existem orientações de boas práticas. Somente orientações não são suficientes para garantir sementes de qualidade no país.	Permitida, sem restrições, haja vista que controle de qualidade não é obrigatório.	Somente como orientação de boas práticas. Não obrigatórias.
Chile ⁵	Não é necessária.	Não é obrigatório. A ausência de regulamentação não resultou em uma cadeia produtiva desenvolvida.	Não tem controle.	Não tem ZTS delimitada. Há material técnico discutindo a necessidade e propondo definição de ZTS.
Argentina ⁶	Sim, mas voltada à coleta para acesso ao patrimônio genético. Sem clareza quanto à coleta para restauração.	Exigida, mas sem clareza na norma própria de sementes nativas.	Permitida, mas voltada ao uso de cultivares forrageiras. Não se encontrou registro de misturas para restauração.	Existem zonas definidas para algumas espécies, mas não são obrigatórias. Há material técnico propondo definição de ZTS.
Uruguai ⁷	Sim, mas voltada à coleta para acesso ao patrimônio genético. Sem clareza quanto à coleta para restauração.	Exigida, mas voltada a cultivares agrícolas. Orientações voluntárias para mudas florestais.	Permitida, mas voltada ao uso de cultivares forrageiras.	Não foi encontrada regulamentação nem discussão técnica sobre ZTS no país.

¹ Lei nº 10.711/2003; Decreto nº 10.586/2020; Instrução Normativa MAPA nº 17/2017; Lei nº 12.651/2012; ² BNatSchG/2009; ErMiV/2011; Diretiva nº 62/2008; Diretiva nº60/2010; ³ Federal Seed Act/1940; Federal Land Policy and Management Act/1976; ⁴ Act nº 91/1999; ⁵ Decreto Ley nº 1.764/1977; ⁶ Ley nº 20.247/1973; Ley nº 25.675/2002; Resolución INASE nº 318/2018; ⁷ Ley nº 16.811/1997; Ley nº 17.283/2000; Estándar INASE nº 786/2018.

Referências bibliográficas

Abbandonato, H., Pedrini, S., Pritchard, H. W., De Vitis, M., & Bonomi, C. (2018). Native seed trade of herbaceous species for restoration: a European policy perspective with global implications. *Restoration Ecology*, 26(5), 820-826. <https://doi.org/10.1111/rec.12641>

Argentina, Resolución INASE 318/2018. Regula y controla la producción y el comercio de semillas de Especies Nativas dentro del ámbito de la República Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-318-2018-313077/texto> Acesso em 29/06/2023.

Atkinson R., Thomas E., Cornelius J., Zamora R., Franco C. M. (2018). Fit for purpose seed supply systems for the implementation of landscape restoration under Initiative 20 × 20: an analysis of national seed systems in Mexico, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Peru, Chile and Argentina. World Resources Institute, Bioersivity International, ICRAF, Lima, Perú. <https://alliancebioersivityciat.org/publications-data/fit-purpose-seed-supply-systems-implementation-landscape-restoration-under>

Bannister, J. R., Vargas-Gaete, R., Ovalle, J. F., Acevedo, M., Fuentes-Ramirez, A., Donoso, P. J., ... & Smith-Ramírez, C. (2018). Major bottlenecks for the restoration of natural forests in Chile. *Restoration Ecology*, 26(6), 1039-1044. <https://doi.org/10.1111/rec.12880>

Basey, A. C., Fant, J. B., & Kramer, A. T. (2015). Producing native plant materials for restoration: 10 rules to collect and maintain genetic diversity. *Native Plants Journal*, 16(1), 37-53. DOI: <https://doi.org/10.3368/npj.16.1.37>

BNatSchG (2010) Gesetz uber Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz). § 39 Allgemeiner Schutz wild lebender Tiere und Pflanzen; Ermächtigung zum Erlass von Rechtsverordnungen. https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/BJNR254210009.html. Acesso em 29/06/2023.

Bower, A. D., Clair, J. B. S., & Erickson, V. (2014). Generalized provisional seed zones for native plants. *Ecological Applications*, 24(5), 913-919. <https://doi.org/10.1890/13-0285.1>

Buenos Aires, Resolución nº 23 de 13 de febrero de 2019. Reglamenta y ordena el acceso a los recursos genéticos y a los conocimientos tradicionales asociados a estos, con fines científicos, académicos, de investigación, de desarrollo productivo u otros fines. <https://normas.gba.gob.ar/documentos/BMRwwgHq.html>. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Portaria Normativa DC Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) nº 20 de 27 de setembro de 1976. Proíbe o abate de pinheiros adultos (*Araucaria angustifolia*), portadores de pinhas nos meses de abril, maio e junho. <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBDF/PT0020-200976.PDF>

Brasil, Lei nº 10.711 de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.711.htm Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso em 20/06/2023.

Brasil, Portaria Ministério de Meio Ambiente nº 443 de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção". http://www.cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Lei nº 13.123 de 20 de maio de 2015. Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para a conservação e uso sustentável da biodiversidade. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Decreto nº 8.772 de 11 de maio de 2016. Regulamenta a lei de acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para a conservação e uso sustentável da biodiversidade. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8772.htm Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Instrução Normativa MAPA nº 17 de 26 de abril de 2017, disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN17de28042017comANEXOS.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Decreto nº 10.586 de 18 de dezembro de 2020. Regulamenta a Lei nº 10.711 de 05 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10586.htm. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Portaria nº 502 de 19 de outubro de 2022. Estabelece as normas para a inscrição de cultivares e de espécies no Registro Nacional de Cultivares – RNC. https://sistemasweb.agricultura.gov.br/conjurnormas/index.php/PORTARIA_MAPA_N%C2%BA_502,_DE_19_DE_OUTUBRO_DE_2022. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Instrução Normativa nº 6 de 03 de maio de 2022 (b). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Regulamenta a coleta de sementes e demais propágulos de espécies vegetais nativas em unidades de conservação federais. <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/instruonormativan6de03demaiode2022.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Broadhurst, L., Driver, M., Guja, L., North, T., Vanzella, B., Fifield, G., ... & Bush, D. (2015). Seeding the future—the issues of supply and demand in restoration in Australia. *Ecological Management & Restoration*, 16(1), 29-32. <https://doi.org/10.1111/emr.12148>

Campos-Filho, E. M., Costa, J.N., De Sousa, O.L., Junqueira, R.P. (2013). “Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil.” *Journal of Sustainable Forestry* 32 (7): 702-27. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817341>.

Cevallos, D., Bede-Fazekas, Á., Tanács, E., Szitár, K., Halassy, M., Kövendi-Jakó, A., & Török, K. (2020). Seed transfer zones based on environmental variables better reflect variability in vegetation than administrative units: evidence from Hungary. *Restoration Ecology*, 28(4), 911-918. <https://doi.org/10.1111/rec.13150>

Comitê Técnico de Sementes Florestais (CTSF). (2022). Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES). Laboratórios de Sementes Florestais. <https://www.sementesflorestais.org/laboratoacuterios.html>

Cross, A. T., Pedrini, S., & Dixon, K. W. (2020). Foreword: international standards for native seeds in ecological restoration. *Restoration Ecology*, 28, S216-S218. <https://doi.org/10.1111/rec.13173>

Cuneo P., Grose, D., Neilly, B., Sutton, T. (2021). Florabank Guidelines Module 3: Approval, principles and standards for seed collection. In Florabank Guidelines: best practice guidelines for native seed collection and use. Florabank Consortium. <https://www.florabank.org.au/guidelines/?link=Module3>

Daldegan Sobrinho, J. (2016). Subsídios à elaboração de uma política pública para contribuir na estruturação da cadeia da restauração florestal: o programa de aquisição de sementes e mudas nativas (PASEM). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada IPEA. <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9231>

De Souza, R. O., Rocha, E. G. (2022). Derecho de los campesinos, a la agrobiodiversidad y uniformización genética: Crítica a la legislación vigente sobre semillas y cultivares en Brasil y Argentina. *Momba'etéva*. 3-24. <http://dx.doi.org/10.30972/mom.125857>

De Urzedo, D. I., Fisher, R., Piña-Rodrigues, F. C., Freire, J. M., & Junqueira, R. G. (2019). How policies constrain native seed supply for restoration in Brazil. *Restoration Ecology*, 27(4), 768-774. <https://doi.org/10.1111/rec.12936>

De Urzedo, D. I. D., Piña-Rodrigues, F. C., Feltran-Barbieri, R., Junqueira, R. G., & Fisher, R. (2020). Seed networks for upscaling forest landscape restoration: Is it possible to expand native plant sources in Brazil?. *Forests*, 11(3), 259. <https://doi.org/10.3390/f11030259>

De Vitis, M., Abbandonato, H., Dixon, K. W., Laverack, G., Bonomi, C., & Pedrini, S. (2017). The European native seed industry: characterization and perspectives in grassland restoration. *Sustainability*, 9(10), 1682. <https://doi.org/10.3390/su9101682>

Di Sacco, A., Hardwick, K. A., Blakesley, D., Brancalion, P. H., Breman, E., Cecilio Rebola, L., ... & Antonelli, A. (2021). Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology*, 27(7), 1328-1348. <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>

Durka, W., Michalski, S. G., Berendzen, K. W., Bossdorf, O., Bucharova, A., Hermann, J. M., ... & Kollmann, J. (2017). Genetic differentiation within multiple common grassland plants supports seed transfer zones for ecological restoration. *Journal of Applied Ecology*, 54(1), 116-126. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12636>

Elias, S., Garay, A.E., Schweitzer, L.E., & Hanning, S. (2006). Seed quality testing of native species. *Native Plants Journal*, 7, 15 - 19. DOI: <https://doi.org/10.2979/NPJ.2006.7.1.15>

ENSCONET (2009). Seed collecting manual for wild species (Royal Botanic Gardens, Kew & Universidad Politécnica de Madrid (Eds.)). Royal Botanic Gardens, Kew. http://brahmsonline.kew.org/Content/Projects/msbp/resources/Training/ENSCONET_Collecting_protocol_English.pdf

- Erickson, V. J., & Halford, A. (2020). Seed planning, sourcing, and procurement. *Restoration Ecology*, 28, S219-S227. <https://doi.org/10.1111/rec.13199>
- Françoso, R. D., Dexter, K. G., Machado, R. B., Pennington, R. T., Pinto, J. R., Brandao, R. A., & Ratter, J. A. (2020). Delimiting floristic biogeographic districts in the Cerrado and assessing their conservation status. *Biodiversity and Conservation*, 29(5), 1477-1500.. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01819-3>
- Freire, J. M.; Urzedo, D. I.; Piña-Rodrigues, F. C. M. (2017). A realidade das sementes nativas no Brasil: desafios e oportunidades para a produção em larga escala. *Seed News*, v. 21, n. 5, p. 24-28. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.24162.02243/1>
- Frischie, S., Miller, A. L., Pedrini, S., & Kildisheva, O. A. (2020). Ensuring seed quality in ecological restoration: native seed cleaning and testing. *Restoration Ecology*, 28, S239-S248. <https://doi.org/10.1111/rec.13217>
- Funk, J. L., Cleland, E. E., Suding, K. N., & Zavaleta, E. S. (2008). Restoration through reassembly: plant traits and invasion resistance. *Trends in ecology & evolution*, 23(12), 695-703. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.07.013>
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... & Dixon, K. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- Gibson-Roy, P., Hancock, N., Broadhurst, L., Driver, M. (2021). Australian native seed sector practice and behavior could limit ecological restoration success: further insights from the Australian Native Seed Report. *Restoration Ecology*, 29(7), e13429. <https://doi.org/10.1111/rec.13429>
- Hasenack, H., Weber, E.J., Boldrini, I.I., Trevisan, R., Flores, C.A. & Dewes, H. (2023). Biophysical delineation of grassland ecological systems in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Iheringia, Série Botânica* 78. <https://doi.org/10.21826/2446-82312023v78e2023001>
- Jalonen, R., Valette, M., Boshier, D., Duminil, J., & Thomas, E. (2018). Forest and landscape restoration severely constrained by a lack of attention to the quantity and quality of tree seed: Insights from a global survey. *Conservation Letters*, 11(4), e12424. <https://doi.org/10.1111/conl.12424>
- Jørgensen, M. H., Elameen, A., Hofman, N., Klemsdal, S., Malaval, S., & Fjellheim, S. (2016). What's the meaning of local? Using molecular markers to define seed transfer zones for ecological restoration in Norway. *Evolutionary Applications*, 9(5), 673-684. <https://doi.org/10.1111/eva.12378>
- Kaulfuß, F., Rosbakh, S., & Reisch, C. (2022). Grassland restoration by local seed mixtures: New evidence from a practical 15-year restoration study. *Applied Vegetation Science*, 25(2), e12652. <https://doi.org/10.1111/avsc.12652>
- Kildisheva, O. A., Dixon, K. W., Silveira, F. A., Chapman, T., Di Sacco, A., Mondoni, A., ... & Cross, A. T. (2020). Dormancy and germination: making every seed count in restoration. *Restoration Ecology*, 28, S256-S265. <http://doi.org/10.1111/rec.13140>

- Kuhlmann, K., & Dey, B. (2021). Using regulatory flexibility to address market informality in seed systems: A global study. *Agronomy*, *11*(2), 377. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020377>
- Ladouceur, E., Jiménez-Alfaro, B., Marin, M., De Vitis, M., Abbandonato, H., Iannetta, P. P., ... & Pritchard, H. W. (2018). Native seed supply and the restoration species pool. *Conservation Letters*, *11*(2), e12381. <https://doi.org/10.1111/conl.12381>
- León-Lobos, P., Bustamante-Sánchez, M. A., Nelson, C. R., Alarcón, D., Hasbún, R., Way, M., ... & Armesto, J. J. (2020). Lack of adequate seed supply is a major bottleneck for effective ecosystem restoration in Chile: Friendly amendment to Bannister *et al.*(2018). *Restoration Ecology*, *28*(2), 277-281. <https://doi.org/10.1111/rec.13113>
- Lillesø, J. P. B., Dhakal, L. P., Shrestha, T. B., Nayaju, R. P., Shrestha, R., Kjaer, E. D., & Improvement, T. (2001). Tree Planting Zones in Nepal. *Danida Forest Seed Centre*. https://www.researchgate.net/publication/237258718_Tree_Planting_Zones_in_Nepal_-_an_ecological_approach_based_on_vegetation_types
- Mainz, A. K., & Wieden, M. (2018). Ten years of native seed certification in Germany—a summary. *Plant Biology*, *21*(3), 383-388. <https://doi.org/10.1111/plb.12866>
- McCormick, M. L., Carr, A. N., Massatti, R., Winkler, D. E., De Angelis, P., & Olwell, P. (2021). How to increase the supply of native seed to improve restoration success: the US native seed development process. *Restoration Ecology*, *29*(8), e13499. <https://doi.org/10.1111/rec.13499>
- McKay, J. K., Christian, C. E., Harrison, S., & Rice, K. J. (2005). “How local is local?” a review of practical and conceptual issues in the genetics of restoration. *Restoration Ecology*, *13*(3), 432-440. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00058.x>
- Merritt, D. J., & Dixon, K. W. (2011). Restoration seed banks—a matter of scale. *Science*, *332*(6028), 424-425. <https://doi.org/10.1126/science.1203083>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2022). Listagem de laboratórios de análise de sementes e mudas credenciados. Acesso em 30/03/2023. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfd/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/obter-credenciamento/documentos-rede-nacional-de-laboratorios-agropecuarios/RelaodeLaboratoriosCredenciadosAtualizado2020Sementes.pdf>
- Mock, B., Hansen, K., Coupal, R., & Menkhaus, D. (2016). Policy experiments for the US Intermountain West native seed industry. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie*, *64*(4), 695-716. <https://doi.org/10.1111/cjag.12111>
- Moreira da Silva, A. P., Schweizer, D., Rodrigues Marques, H., Cordeiro Teixeira, A. M., Nascente dos Santos, T. V., Sambuichi, R. H., ... & Brancalion, P. H. (2016). Can current native tree seedling production and infrastructure meet an increasing forest restoration demand in Brazil? *Restoration Ecology*, *25*(4), 509-515. <https://doi.org/10.1111/rec.12470>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. NASEM. (2020). An Assessment of the Need for Native Seeds and the Capacity for Their Supply: Interim Report. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25859>

- Nevill P.G., Tomlinson S., Elliott C.P., Espeland E.K., Dixon K.W., Merritt D.J. (2016). Seed production areas for the global restoration challenge. *Ecology and Evolution* 6:7490–7497. <http://doi.org/10.1002/ece3.2455>
- Nevill P.G., Cross A.T., Dixon K.W. (2018). Ethical seed sourcing is a key issue in meeting global restoration targets. *Current Biology* 28:R1378–R1379. <http://doi.org/10.1016/j.cub.2018.11.015>
- Nyoka, B. I., Roshetko, J., Jamnadass, R., Muriuki, J., Kalinganire, A., Lillesø, J. P. B., ... & Cornelius, J. (2015). Tree seed and seedling supply systems: a review of the Asia, Africa and Latin America models. *Small-scale Forestry*, 14, 171-191. <https://doi.org/10.1007/s11842-014-9280-8>
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., da Silva Menezes, L., Anand, M., Baeza, S., Carlucci, M. B., ... & Müller, S. C. (2022). Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 125687. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2022.125687>
- Pañella L., P. (2022). Perspectiva de restauración espontánea y asistida en pastizales del Uruguay. Tesis de maestría. Montevideo. Universidad de la República del Uruguay. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/35442>
- Pedrini, S., & Dixon, K. W. (2020). International principles and standards for native seeds in ecological restoration. *Restoration Ecology*, 28, S286-S303. <https://doi.org/10.1111/rec.13155>
- Pedrini, S., Gibson-Roy, P., Trivedi, C., Gálvez-Ramírez, C., Hardwick, K., Shaw, N., Frischie, S., Iaverack, G., Dixon, K. (2020). Collection and production of native seeds for ecological restoration. *Restoration Ecology*, 28, S228-S238. <http://doi.org/10.1111/rec.13190>
- Piña-Rodrigues, F. C. M., Euler, A. M. C., Freire, J. M., LIMA JUNIOR, M., Mendes, A. D. S., Sandim, A. D. A., ... & Urzedo, D. I. (2020). Native forest seeds as an income generator within the forest landscape restoration chain. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1132074>
- Porta-Siota, F.; Petruzzi, H.; Sawczuk, N. & Morici, E. (2021). Rehabilitación de pastizales semiáridos: desarrollo de una cosechadora de semillas de gramíneas nativas. *MULTEQUINA* 30 (2): 157-164, 2021. ISSN 0327-9375. ISSN 1852-7329. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal//multequina/indice/pdf/30-2/12.pdf>
- Prip, C., & Fauchald, O. K. (2016). Securing crop genetic diversity: reconciling EU seed legislation and biodiversity treaties. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 25(3), 363-377. <https://doi.org/10.1111/reel.12178>
- Randall, W. K. & Berrang, P. (2002). Washington Tree Seed Transfer Zone. Washington State Department of Natural Resources. https://www.dnr.wa.gov/Publications/Im_wfn_seedzone_book.pdf
- Rolim, R. G.; Overbeck, G. E.; Biondo, E. (2021) Produção e comercialização de espécies vegetais nativas ornamentais no Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, v. 7, n. 1, p. 30-40. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.71.30-40>

- Sampaio, A.B.; Schmidt, I.; Urzedo, D.; Cortes, C. (2020). Cerrado De Pé Association: Community engagement promoting ecological restoration and local livelihoods in the neotropical savanna. In book: Forest Landscape Restoration and Social Opportunities in the Tropical World. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste - Capan. https://www.researchgate.net/publication/350103712_Cerrado_De_Pe_Association_Community_engagement_promoting_ecological_restoration_and_local_livelihoods_in_the_neotropical_savanna
- Schmidt, I. B., De Urzedo, D. I., Piña-Rodrigues, F. C. M., Vieira, D. L. M., De Rezende, G. M., Sampaio, A. B., & Junqueira, R. G. P. (2019). Community-based native seed production for restoration in Brazil—the role of science and policy. *Plant Biology*, 21(3), 389-397. <https://doi.org/10.1111/plb.12842>
- Scotton, M., & Ševčíková, M. (2017). Efficiency of mechanical seed harvesting for grassland restoration. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247, 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.040>
- Shaw, N., Barak, R. S., Campbell, R. E., Kirmer, A., Pedrini, S., Dixon, K., & Frischie, S. (2020). Seed use in the field: delivering seeds for restoration success. *Restoration Ecology*, 28, S276-S285. <https://doi.org/10.1111/rec.13210>
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., Coe, M., ... & Alencar, A. (2014). Cracking Brazil's forest code. *Science*, 344(6182), 363-364. <https://doi.org/10.1126/science.1246663>
- United Nations. Resolution 73/284. (2019) United Nations on Decade Ecosystem Restoration (2021-2030). <https://undocs.org/en/A/RES/73/284>
- Uruguay, Ley nº 17.283 de 12 de diciembre de 2000. Ley de protección del medio ambiente. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/17283-2000>. Acesso em 29/06/2023.
- Uruguay, Estandar Instituto Nacional de Semillas (INASE) nº 786 de 12 de julio de 2018. Certificación de materiales de propagación de especies forestales. <https://www.inase.uy/Certificacion/EstandaresProduccion.aspx>
- USDI Bureau of Land Management. (2018). Seeds of success. Technical protocol for the collection, study, and conservation of seeds from native plant species. https://www.blm.gov/sites/blm.gov/files/programs_natural-resources_native-plant-communities_native-seed-development_collection_Technical%20Protocol.pdf
- Vander Mijnsbrugge, K., Bischoff, A., & Smith, B. (2010). A question of origin: where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology*, 11(4), 300-311. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.09.002>
- White, A., Fant, J. B., Havens, K., Skinner, M., & Kramer, A. T. (2018). Restoring species diversity: assessing capacity in the US native plant industry. *Restoration Ecology*, 26(4), 605-611. <https://doi.org/10.1111/rec.12705>
- Zinnen, J., Broadhurst, L. M., Gibson-Roy, P., Jones, T. A., & Matthews, J. W. (2021). Seed production areas are crucial to conservation outcomes: benefits and risks of an emerging restoration tool. *Biodiversity and Conservation*, 30(5), 1233-1256. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02149-z>

Material Suplementar

Apêndice I – Quadro com a legislação consultada

Norma	País	Tema	Endereço eletrônico (<i>link</i>)
Lei nº 10.711/2003	Brasil	Lei geral de sementes	L10711 (planalto.gov.br)
Decreto nº 10.586/2020	Brasil	Regulamenta a lei de sementes	D10586 (planalto.gov.br)
Instrução Normativa MAPA nº 17/2017	Brasil	Regulamenta a produção e comercialização de sementes nativas	INN17de28042017comANEXO S.pdf (www.gov.br)
Lei nº 9.456/1997	Brasil	Lei de cultivares	L9456 (planalto.gov.br)
Decreto nº 2.366/1997	Brasil	Regulamenta lei de cultivares	D2366 (planalto.gov.br)
Portaria nº 502/2022	Brasil	Estabelece normas para inscrição de cultivares e espécies no RNC	PORTARIA MAPA Nº 502, DE 19 DE OUTUBRO DE 2022 - Conjur Normas (agricultura.gov.br)
Instrução Normativa MAPA nº 44/2016	Brasil	Regulamenta a produção de forrageiras de clima temperado	1088789.pdf (agrodefesa.go.gov.br)
Instrução Normativa MAPA nº 25/2017	Brasil	Importação e exportação de sementes e mudas	INn25de27dejunhode2017Altera dapelaPortariaMAPAn475de18deagostode2022.pdf (www.gov.br)
Instrução Normativa MAPA nº 57/2013	Brasil	Credenciamento de laboratórios de análise	INSTRUÇÃO NORMATIVA No , DE DE DE 2013 (www.gov.br)
Lei nº 12.651/2012	Brasil	Lei de proteção da vegetação nativa	L12651 (planalto.gov.br)

Portaria MMA n° 443/2014 (com anexos atualizados na Portaria MMA 148/2022)	Brasil	Lista de espécies ameaçadas da flora brasileira	PT0443-171214.pdf (ibama.gov.br)
Portaria IBDF n° 20/1976	Brasil	Período de defeso da coleta de sementes de araucária	PT0020-200976.PDF (ibama.gov.br)
IN ICMBio n° 06/2022	Brasil	Coleta de sementes e propágulos em unidades de conservação federais	instruonormativan6de03demaiod e2022.pdf (www.gov.br)
Lei n° 13.123/2015	Brasil	Acesso ao patrimônio genético	L13123 (planalto.gov.br)
Decreto n° 8.772/2016	Brasil	Regulamenta a lei de acesso ao patrimônio genético	Decreto n° 8772 (planalto.gov.br)
Diretiva n° 401/1966	União Europeia	Comercialização de sementes de forrageiras	EUR-Lex - 31966L0401 - PT (europa.eu)
Diretiva n° 62/2008	União Europeia	Comercialização de sementes nativas e zonas de origem	Directiva-2008-62-CE.pdf (dgav.pt)
Diretiva n° 60/2010	União Europeia	Comercialização de misturas de sementes forrageiras nativas	https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2021/02/Directiva-2010-60-UE.pdf
BNatSchG/2010	Alemanha	Lei de conservação da natureza e conservação da paisagem	BNatSchG - nichtamtliches Inhaltsverzeichnis (gesetze-im-internet.de)
ErMiV/2011	Alemanha	Portaria sobre misturas de sementes para conservação	https://www.gesetze-im-internet.de/ermiv/BJNR264110011.html
Act n° 91/1999	Austrália	Lei de proteção ambiental e conservação da biodiversidade	Federal Register of Legislation - Australian Government

Federal Seed Act/1940	EUA	Lei federal de sementes	https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Federal%20Seed%20Act.pdf
Federal Land Policy and Management Act/1976	EUA	Lei de criação do Bureau Land Management - BLM	The Federal Land Policy and Management Act of 1976 (blm.gov)
Ley nº 20.247/1973	Argentina	Lei geral de sementes	Ley 20247/1973 Argentina.gob.ar
Ley nº 25.675/2002	Argentina	Política Nacional Ambiental	Ley 25675/2002 Argentina.gob.ar
Resolución nº 23/2019	Argentina	Acesso ao patrimônio genético na Província de Buenos Aires	https://normas.gba.gob.ar/ar-b/resolucion/2019/23/208016
Resolución INASE nº 318/2018	Argentina	Produção e comércio de sementes nativas	https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/189297/20180803
Ley nº 17.283/2000	Uruguai	Lei geral de proteção do meio ambiente	https://parlamento.gub.uy/documentosyleyes/leyes/ley/17283
Ley nº 16.811/1997	Uruguai	Lei de criação do INASE	https://parlamento.gub.uy/documentosyleyes/leyes/ley/16811
Estándar INASE nº 786/2018	Uruguai	Certificação de sementes e mudas de espécies florestais nativas e exóticas.	Instituto Nacional de Semillas (inase.uy)
Decreto Ley nº 1.764/1977	Chile	Lei geral de sementes	Normativas SAG

CAPÍTULO II

**Restauração ecológica dos campos do Pampa: demanda em terras públicas, e de onde
poderão vir as sementes nativas**

Resumo

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012) reafirmou conceitos e obrigações de manutenção de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente na legislação ambiental brasileira, e instituiu o Programa de Regularização Ambiental (PRA) para a recuperação de passivos ambientais em propriedades rurais. Estes passivos ainda não foram enfrentados, à medida que o Cadastro Ambiental Rural (CAR) não foi analisado e validado de forma ampla pelos órgãos ambientais, o PRA não foi implementado, e por consequência a restauração ecológica não ocorre na escala esperada. Dessa forma, buscamos contribuir neste artigo com dados de uma parcela da possível demanda de restauração, que são as terras públicas sob gestão governamental, através de entrevista com gestores de áreas com diferentes destinações de uso (unidades de conservação, militares, indígenas, tradicionais, reforma agrária, faixas de domínio, ensino e pesquisa) e revisão bibliográfica. Como em outros países, programas governamentais podem ser indutores do fortalecimento da cadeia produtiva da restauração ecológica, e no Pampa, assim como no Brasil, a demanda em terras públicas pode ser oportuna à medida que a implementação do PRA está afetada pela falta de vontade política estadual. Nosso levantamento apontou que mais de 70 mil hectares de terras públicas podem ser potencial demanda para restauração ecológica no Rio Grande do Sul. Ainda, sabendo da quase inexistência de sementes nativas campestres no mercado, baseados em listas pré-existentes de espécies indicadas para a restauração dos campos nativos, revisamos dados bibliográficos que indicam a fenologia, e possível época de colheita de sementes, de 90 espécies na natureza, demonstrando que havendo demanda, as sementes nativas podem ser buscadas nos remanescentes de campos nativos conservados.

Palavras-chave

recuperação ambiental - Campos Sulinos - suprimento de sementes nativas - demanda de restauração de ecossistemas

Introdução

Recentemente chegamos a 10 anos da promulgação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa - Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), que após longa discussão na sociedade e no Congresso Nacional, trouxe retrocessos, como em anistias de recuperação de parte das áreas com vegetação nativa suprimida. Mas também trouxe avanços, como a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), atrelados à reafirmação da obrigatoriedade de recuperação de passivo ambiental em Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) nas propriedades rurais em todo o país (Branca et al., 2016). Estima-se que para o cumprimento desta legislação será necessário recuperar 21 milhões de hectares (Soares-Filho et al., 2014) e, como política pública, estipulou-se como meta recuperar 12 milhões de hectares até 2030 (MMA, 2017), período este, que coincide com a Década das Nações Unidas para Restauração de Ecossistemas (2021-2030) (UN, 2019).

No bioma Pampa, com formação predominante campestre e historicamente negligenciado nas políticas públicas de conservação (Overbeck et al., 2015) e na legislação ambiental (Menezes et al., 2021), a perda de remanescentes de vegetação nativa é acelerada (Baeza et al., 2022). Entretanto, o Estado do Rio Grande do Sul ainda não implementou o Programa de Regularização Ambiental (PRA) para recuperar áreas de passivos ambientais de APP e RL das propriedades particulares (Chiavari et al., 2020). Até janeiro de 2020, havia declarado 1,34 milhões de hectares de RL no bioma, de um total de 15,45 milhões de área cadastrada no CAR (SFB, 2020), o que corresponde a apenas 8,76% deste território, que legalmente precisa ter 20% de RL. Dentre o passivo existente, destaca-se que a RL é indispensável para a conservação da biodiversidade e prestação de serviços ecossistêmicos aos proprietários rurais e sociedade (Metzger et al., 2019). A delimitação de RL está prevista desde o ano de 2001 (MP 2.166/2001) para os campos, com o objetivo de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (art. 3, III da Lei nº 12.651/2012).

A restauração de campos nativos já é realidade em várias regiões do mundo, especialmente no hemisfério norte (Kiehl et al., 2014, Shaw et al., 2020, Kaulfuß et al., 2022), e vem avançando com pesquisas e projetos nos campos do Pampa (Overbeck et al., no prelo) e savanas do bioma Cerrado (Pellizzaro et al., 2017). Porém, a discussão sobre a conservação e restauração dos ecossistemas campestres enfrenta diferentes mitos (Silveira et

al., 2020), talvez pela pouca compreensão acerca do funcionamento ecológico (Porto *et al.*, 2021) e do papel que determinantes ambientais e distúrbios, como fogo e pastoreio, tem sobre sua diversidade, composição e funções ecossistêmicas (Overbeck *et al.*, 2022). Distúrbios promovidos pela atividade pecuária sobre campo nativo, reconhecida como uma atividade sustentável no bioma, modulam a vegetação e têm importante papel na manutenção dos remanescentes campestres (Nabinger *et al.*, 2009, Jaurena *et al.*, 2021, Baggio *et al.*, 2021). A pecuária sobre campo nativo é legalmente permitida na RL no Pampa (Rio Grande do Sul, 2017) e tem sido considerada uma ferramenta relevante na condução de projetos de restauração de campos nativos, especialmente sob o foco de ações de manejo adaptativo (Fedrigo *et al.*, 2017, Boavista *et al.*, 2019, Dutra-Silva *et al.*, 2022).

Tendo em vista a meta do Plano Nacional de Recuperação de Vegetação Nativa (PLANA-VEG), foi prevista a recuperação de 300 mil hectares no Pampa até 2030 (MMA, 2017). A maior parte incide em áreas particulares com passivos ambientais, que ainda não estão sendo analisados sistematicamente no CAR, e tampouco submetidos à recuperação via Programa de Regularização Ambiental (PRA), por falta de vontade política. Portanto, a tão esperada (e legalmente prevista) restauração ecológica não vem sendo realizada, deixando reprimida uma demanda que afeta negativamente a cadeia produtiva da restauração, dentre elas a que foca em sementes nativas. Consequentemente, não há incentivos para a produção e comercialização de sementes (ou até mudas) de espécies campestres nativas do Sul do Brasil.

Por outro lado, acredita-se que parte do passivo de restauração de ambientes campestres do Pampa está em áreas públicas de gestão federal ou estadual, o que é pouco conhecido e mapeado. A identificação destas áreas pode servir de subsídio a programas governamentais que priorizem e financiem a restauração ecológica das mesmas, ações que poderiam alavancar a estruturação de uma cadeia produtiva de sementes nativas no Pampa, ainda inexistente, qualificando e fortalecendo diferentes setores vinculados ao mercado da restauração. De fato, para a estruturação de um mercado de sementes nativas de espécies campestres, ainda faltam informações básicas, como a definição de conjuntos de espécies indicadas a diferentes regiões, considerando também tipos de habitats de ocorrência, e informações acerca da fenologia das espécies, da capacidade de germinação e estabelecimento, entre outras. Listas com indicação de espécies prioritárias para investir em estudos e ações associadas ao mercado de sementes e ao próprio uso na restauração ecológica foram recentemente sugeridas (Rolim *et al.*, em revisão).

Dessa forma, este trabalho objetiva apresentar (i) um levantamento de demanda potencial em áreas públicas para restauração no bioma, realizado a partir da aplicação de

questionários (entrevista) a gestores de áreas públicas, e de revisão da informação disponível em diferentes publicações, seguido de (ii) um levantamento bibliográfico sobre fenologia e habitat de algumas espécies nativas campestres indicadas para restauração, buscando facilitar a obtenção de sementes nos remanescentes de campos nativos conservados.

Material e Métodos

O levantamento do potencial de demanda para restauração de áreas degradadas em terras públicas situadas no Pampa se deu a partir da aplicação de questionário de entrevista padronizado (Apêndice I) a gestores de áreas públicas da União e do Estado do Rio Grande do Sul. A seleção das instituições partiu da verificação de quais possuíam áreas rurais no cadastro da Secretaria de Patrimônio da União (SPU), e consulta à Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA/RS). Assim, enviamos por e-mail o questionário a 36 gestores de instituições federais e estaduais que possuem áreas rurais sob sua gestão direta ou indireta, representando 100% das áreas identificadas no bioma. O e-mail foi reiterado duas vezes a cada um dos gestores no período da entrevista (outubro e novembro de 2022). Para consolidação dos resultados, as áreas foram estratificadas conforme sua destinação de uso: (i) unidades de conservação (federais e estaduais), (ii) terras indígenas, (iii) comunidades tradicionais, (iv) reforma agrária, (v) forças armadas, (vi) faixas de domínio de rodovias, (vii) áreas de ensino e pesquisa. No caso de unidades de conservação, foi solicitado dados de áreas livres para restauração, ou seja, regularizadas quanto à questão fundiária. A busca de informações sobre áreas degradadas foi complementada por revisão de informação disponível em publicações, utilizando as palavras-chave “demanda” ou “passivo”, mais “restauração ecológica” ou “recuperação ambiental”, mais “terras ou áreas públicas”, no portal Google Scholar, no período de novembro de 2022 a fevereiro de 2023.

A escolha de espécies campestres para a revisão de dados fenológicos, tipo de solo, habitat e região de ocorrência iniciou a partir de duas listas já publicadas, sendo uma de espécies prioritárias para restauração no Pampa (Guarino *et al.*, 2018) e outra de espécies com potencial forrageiro e de ampla distribuição no sul do Brasil (Nabinger e Dall'Agnol, 2019). Das duas listas citadas foram excluídas espécies exóticas naturalizadas e espécies sem dados de frutificação disponíveis na literatura, finalizando com 90 espécies listadas. A busca pelas informações foi feita a partir de uma revisão bibliográfica usando as palavras-chave "fenologia", "frutificação" e "sementes", associada com os respectivos nomes dos gêneros das espécies listadas e o termo "Pampa", buscando informações sobre época de frutificação.

Pesquisamos nos idiomas português e espanhol, nos portais Periódico CAPES, Google Scholar e Scielo, além de uma busca ativa em dados físicos disponíveis em livros, e em repositórios de universidades (dissertações e teses).

Resultados

Áreas públicas disponíveis para a restauração

Os resultados obtidos pelas respostas ao questionário aplicado a gestores de áreas públicas federais e estaduais no Pampa, mais a busca por dados na revisão de publicações disponíveis sobre demanda de restauração em áreas públicas, estão consolidados nas informações do Quadro 1. O questionário foi enviado a 36 gestores de 19 instituições, porém apenas 13 gestores responderam, equivalente a 36% dos entrevistados. Estes 13 gestores representam 8 das 19 instituições (42%). Apenas representantes das instituições de ensino e pesquisa e de unidades de conservação responderam ao questionário, demonstrando maior interesse em restauração ecológica por parte destes segmentos.

Os dados encontrados em publicações científicas ou fontes oficiais disponíveis na rede mundial de computadores complementam o levantamento realizado através das entrevistas. Não encontramos informações para terras indígenas e comunidades tradicionais. Na Figura 1 ilustramos alguns casos registrados de áreas públicas degradadas a que este estudo se refere.

Todos os questionários que foram respondidos informaram a existência de áreas degradadas, mas apenas 8 (61,5%) souberam estimar o quantitativo de área (hectares). Campos nativos eram a formação original das áreas em 69,2% das respostas, enquanto florestas representavam 30,8% e banhados 30,8%. Já quanto à causa da degradação, 53,8% responderam que se relacionava a espécies exóticas invasoras, 30,8% a extração mineral e 23,1% foram relacionados à supressão da vegetação nativa. Para ambas as perguntas as respostas foram de múltipla escolha, possibilitando mais de uma opção, haja vista que poderiam haver diferentes tipologias na mesma unidade entrevistada.

Quadro 1 - Estimativa de área degradada informada como demanda potencial de restauração em áreas públicas do Pampa, obtida através de entrevista com gestores e revisão bibliográfica.

Destinação da área	Área degradada (ha)	Origem da degradação	Situação atual	Fonte
Unidade de Conservação	23.539	Supressão por agricultura	Áreas abandonadas	Ribeiro <i>et al.</i> , 2021
	1.108 ¹	Supressão da vegetação, invasão biológica, e extração mineral	Áreas abandonadas	Entrevista
Reforma Agrária	26.189 ²	Supressão da vegetação nativa	-	Hasenack <i>et al.</i> , 2015
Terras Indígenas	-	-	-	-
Comunidades Tradicionais	-	-	-	-
Ensino e Pesquisa	1.360	Invasão biológica, supressão e extração mineral	Diferentes usos secundários ou abandono	Entrevista
Forças Armadas	3.548	Supressão e extração mineral	Diferentes usos secundários ou abandonada, e PRAD ³	CASV/IBAMA ⁴ , 2022
	-	Erosão em estradas	-	Sant'Anna, 2012; Pittelkow, 2013; Corrêa, 2015
Faixas de Domínio	15.700	Supressão da vegetação, invasão biológica	Abandonadas ou irregularmente ocupadas	Fernandes <i>et al.</i> , 2018
Total	70.336			

¹ Não contabilizado no total geral de área, pois subentende-se que sobrepõe ao valor anterior na mesma tipologia.

² Dado referente a todo o Rio Grande do Sul, sendo a maior parte no Pampa.

³ PRAD: Projeto de recuperação de áreas degradadas junto ao IBAMA.

⁴ Cadastro Simplificado de Vetores - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

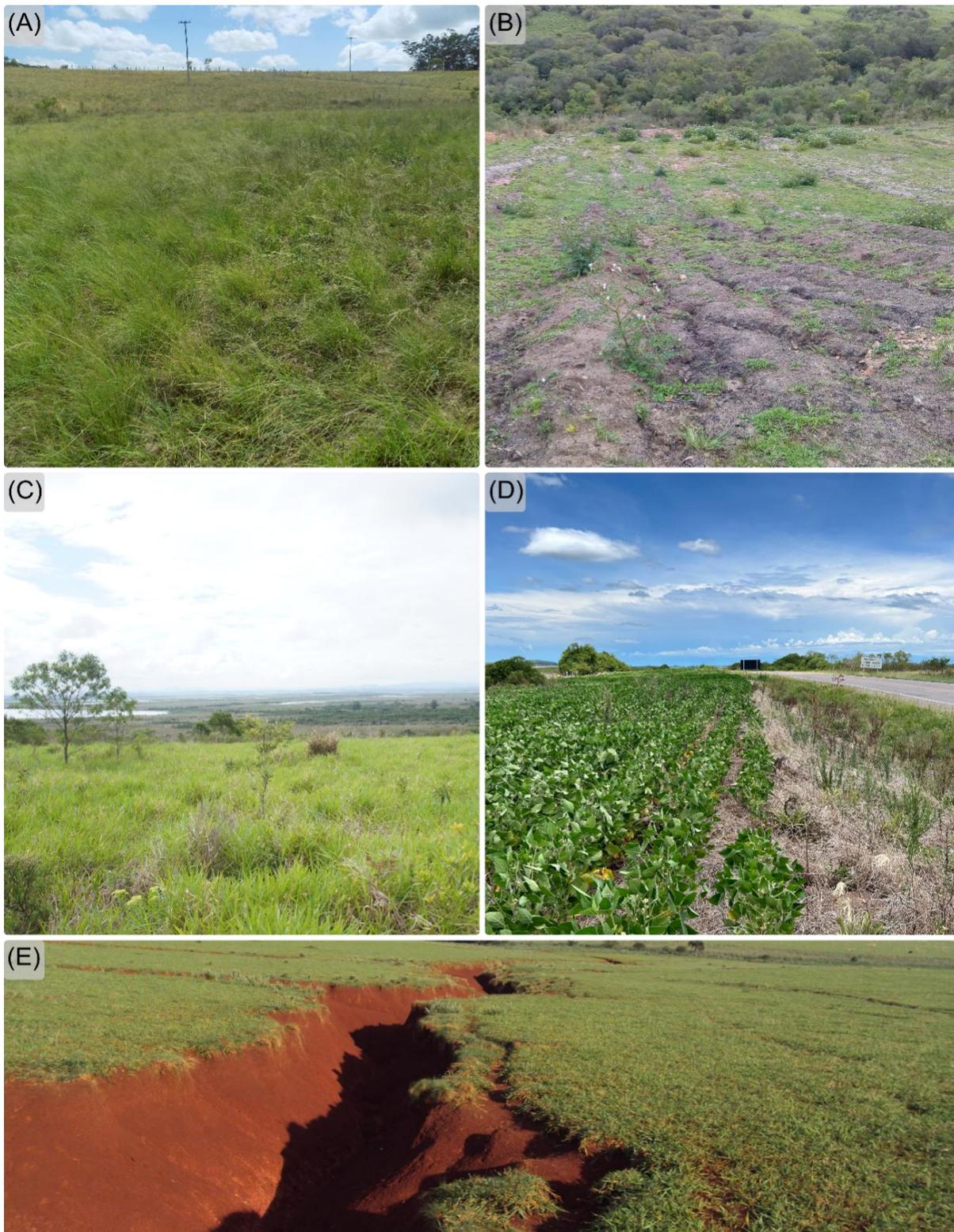


Figura 1 - Áreas públicas com degradação ambiental, exemplos de potenciais alvos de demanda por restauração ecológica. (A) Área de instituição de pesquisa com invasão de *Eragrostis plana* Nees (capim-anonni); (B) área militar com degradação causada pela extração mineral; (C) Unidade de conservação com invasão de espécie exótica do gênero *Urochloa* (brachiária); (D) ocupação irregular de faixas laterais de rodovias com plantio de soja; (E) área militar com erosão e invasão de espécie exótica do gênero *Urochloa* (brachiária). Fotos: (A, B, E) Rodrigo Dutra, (C) Lua Cezimbra, (D) Valério Pillar.

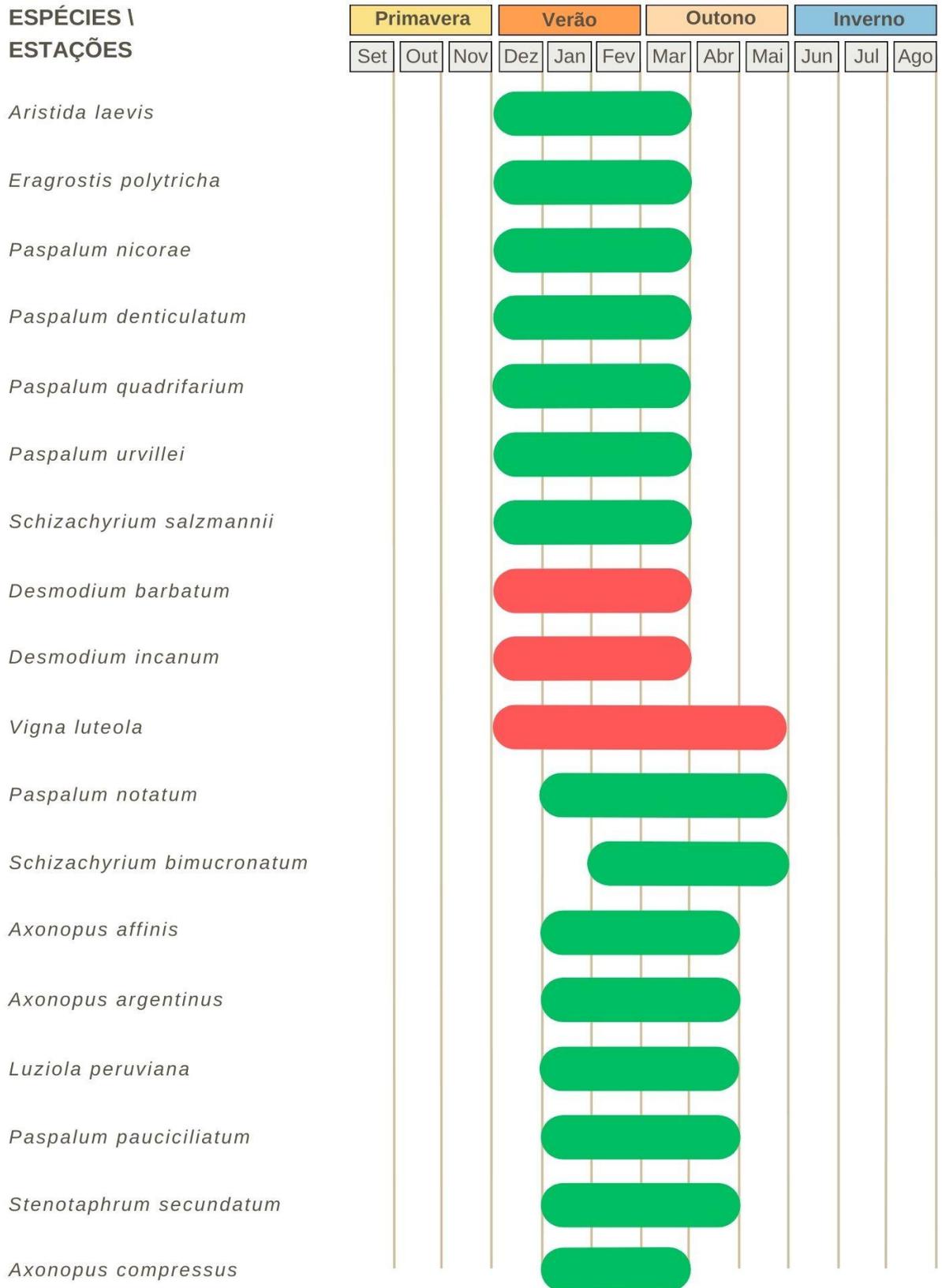
Período fenológico de espécies com potencial de uso na restauração ecológica

Das duas listas de espécies utilizadas (Guarino *et al.*, 2018; Nabinger e Dall’Agnoll, 2019), chegamos a uma lista de 90 espécies campestres com dados de frutificação disponíveis em literatura, que resumimos no formato de calendário do período fenológico (Figura 2). Estas duas listas foram escolhidas como base, pois a de Guarino *et al.* (2018) traz conjunto de espécies escolhidas por especialistas como prioritárias para restauração no Pampa, e a de Nabinger e Dall’Agnoll (2019) traz espécies de ampla ocorrência e com importante uso forrageiro, o que é desejável para um público importante como os produtores rurais. As 90 espécies estão divididas nas famílias botânicas Poaceae (60 spp.), Fabaceae (24), Cyperaceae (5) e Iridaceae (1). Informações sobre ambiente, solos e região de ocorrência das espécies estão disponíveis no Apêndice II do Material Suplementar.

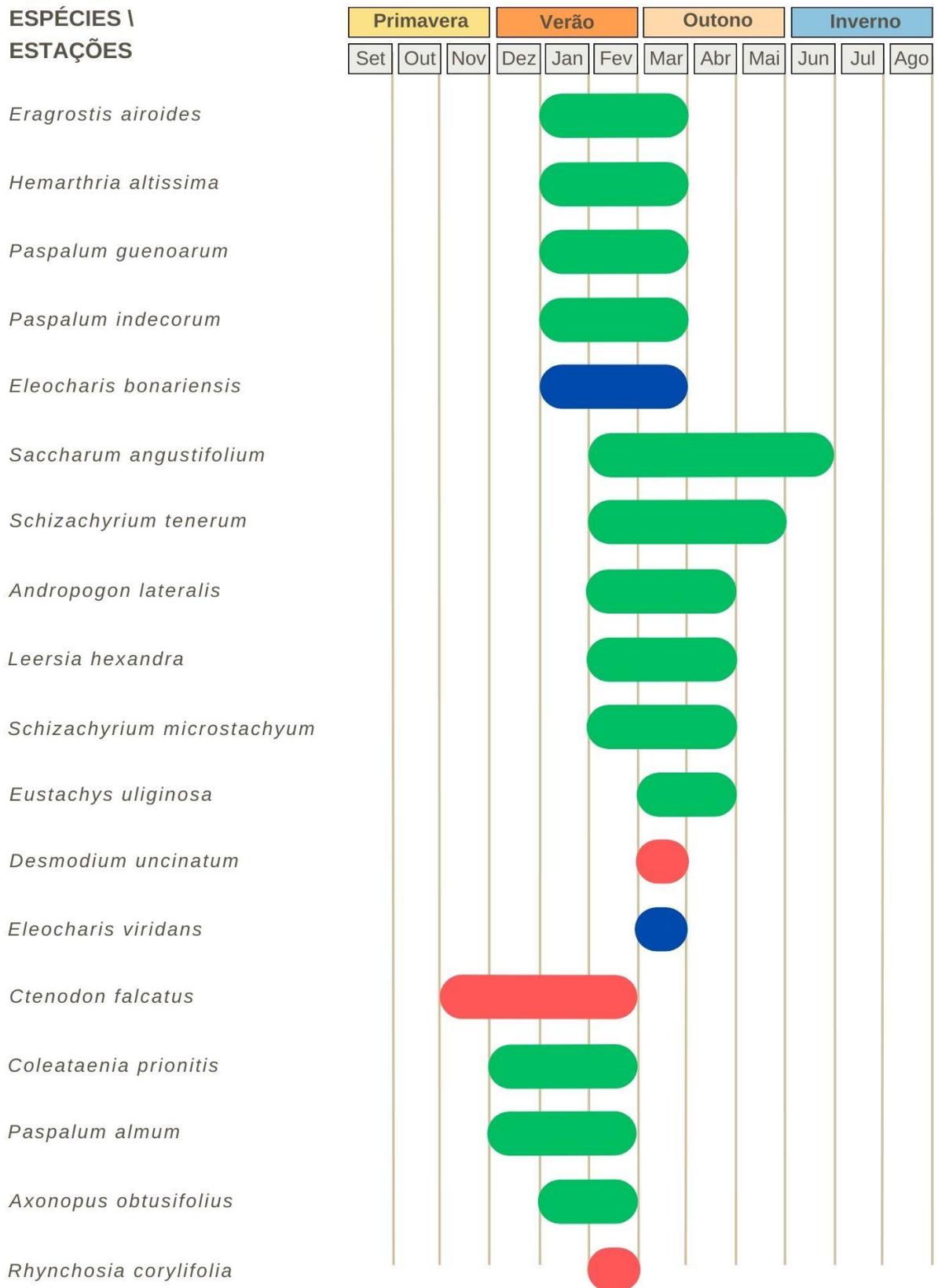
Figura 2 - Calendário de frutificação de 90 espécies campestres com potencial para uso em restauração, conforme dados disponíveis na literatura. As barras horizontais coloridas indicam os meses para uma possível colheita de sementes para cada uma das espécies, sendo as cores correspondentes a diferentes famílias botânicas (legenda ao final). A frutificação possui significativa amplitude de meses na mesma espécie, indicando a necessidade de observação frequente (monitoramento) para realizar a colheita, sendo o período variável conforme a região, condições ambientais locais, manejo da vegetação, e variabilidade climática interanual.



**ESPÉCIES \
ESTAÇÕES**



**ESPÉCIES \
ESTAÇÕES**



**ESPÉCIES \
ESTAÇÕES**





Na Figura 3 ilustramos com fotos de algumas espécies aqui estudadas, campos com sementes maduras, e misturas colhidas.



Figura 3 - Ilustração de frutificação de algumas espécies constantes do estudo e misturas diretamente colhidas. (A) *Andropogon lateralis* Nees (capim-caninha); (B) *Axonopus affinis* Chase (grama-tapete); (C) *Bothriochloa laguroides* (DC.) Herter (cola-de-lebre); (D) *Bromus catharticus* Vahl (cevadilha); (E) *Eustachys uliginosa* (Hack.) Herter (capim-palustre); (F) *Nassella neesiana* (Trin. & Rupr.) Barkworth (flechilha); (G) *Paspalum notatum* Flüge (grama-forquilha); (H) *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi (cabelo-de-porco); (I) *Desmodium incanum* (SW.) DC (pega-pega); (J) *Trifolium polymorphum* Poir (trevo-do-campo); (K, L) Misturas diretamente colhidas de forma mecanizada; (M, N) Campos nativos com espécies de inverno frutificando na primavera. Fotos: Rosângela Rolim (A, B, C, E, F, G, H, I), Rodrigo Dutra (D, J, K, L, M, N).

Discussão

Demanda de restauração em áreas públicas

O Brasil possui cerca de 36% de terras públicas em seu território, abrangendo terras indígenas, unidades de conservação, comunidades tradicionais, áreas militares, assentamentos rurais e áreas não destinadas (Sparovek *et al.*, 2019). Estima-se que 5 milhões de hectares deveriam ser restaurados em unidades de conservação no país (MMA, 2017) e, no Pampa, 20% da área de unidades de conservação estaduais e federais estão degradadas e abandonadas (Ribeiro *et al.*, 2021), o que equivale a 23.539 hectares. Os dados das entrevistas com gestores de unidades de conservação no Pampa revelaram a existência de 1.108 hectares de áreas degradadas disponíveis para projetos de restauração. Esse número, aparentemente baixo, reflete exclusivamente áreas regularizadas conforme orientado no envio do questionário, e também é consequência do baixo percentual de respostas ao questionário. Cabe salientar que a restauração ecológica de áreas degradadas no interior de unidades de conservação é um dos objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (art. 4 da Lei nº 9.985/2000) (Brasil, 2000) e, portanto, devem ser priorizadas. Nos Estados Unidos da América (EUA), país líder de produção de sementes nativas a nível mundial (White *et al.*, 2018), a maior parte do material disponível no mercado de sementes é comprado por agências governamentais (McCormick *et al.*, 2021) e destinados à restauração de terras públicas, muitas delas unidades de conservação. Este processo de gerar demanda é impulsionado pela Estratégia Nacional de Sementes e assim mantém o mercado aquecido e regulamentado (PCA, 2021). A estratégia norte-americana, com as devidas adaptações ao nosso contexto sócio-econômico, pode servir de inspiração para planos governamentais brasileiros, como o PLANAVEG.

Não houve resposta aos questionários por parte de gestores de rodovias, tanto a nível federal como estadual, o que pode estar ligado à falta de políticas ambientais consistentes para estas áreas. Em geral, os setores ambientais dos órgãos de infraestrutura rodoviária estão voltados a atender exigências dos órgãos ambientais quanto ao licenciamento de obras (abertura de novas estradas, duplicações, supressão de vegetação e etc.) e/ou estão focados em recuperar áreas degradadas pela extração de material necessário às obras em jazidas, na revegetação de canteiros e taludes, e na compensação ambiental. As faixas laterais de rodovias, em geral, quando não invadidas, estão sem uso e o corte de vegetação se limita a área próxima à faixa de acostamento e canteiros centrais (observação pessoal). Contudo,

verifica-se que boa parte das faixas laterais às rodovias no Rio Grande do Sul têm sido irregularmente ocupadas com atividades agrícolas, contrariando os objetivos da faixa de domínio, que são de assentamento da rodovia e faixa lateral de segurança (art. 50 da Lei nº 9.503/1997) (Brasil, 1997). Esta ocupação é feita com supressão irregular de vegetação nativa, que em algumas regiões são verdadeiros relictos, principalmente em ecossistemas campestres. Por exemplo, no Planalto Médio, muitas espécies nativas campestres (ex. gênero *Adesmia*) são encontradas somente às margens de rodovias (Scheffer-Basso *et al.*, 2009), devido ao alto grau de supressão dos campos nas propriedades particulares. Ainda, várias espécies nativas são coletadas nestes locais para usos populares importantes como ervas medicinais (Garlet, 2019), com destaque a tradicional colheita de *Achyrocline satureioides* Lam. DC (macela), ou mesmo para uso ornamental amador, como é o caso de *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) (capim-dos-pampas), dentre outras espécies (Marchi *et al.*, 2015). Segundo Fernandes *et al.* (2018), as margens de rodovias no bioma têm um potencial de restauração de 10.405,81 ha em rodovias federais e 5.294,08 em estaduais, podendo ser importantes sumidouros de carbono, especialmente considerando os estoques abaixo do solo e no solo, e contribuindo com diversos outros serviços ambientais (por ex.: atração de polinizadores). Nos EUA, margens de rodovias são restauradas com espécies que produzem flores, para atração de polinizadores e embelezamento da paisagem (Gibson-Roy, 2018). Um bom exemplo de projeto neste país é o *Iowa Ecotype Project*¹¹ que iniciou com restauração de margens de rodovias em 1988 e até 2020 restaurou 425 mil hectares em rodovias e terras privadas (Walter, 2020).

No Brasil, recentemente o governo federal lançou diretrizes de boas práticas na gestão de rodovias no país através do Programa Rodoviário BR Verde, que dentre outros objetivos prevê *contribuir para a conservação de florestas e demais formas de vegetação nativa e dos mananciais de abastecimento de água, à proteção da biodiversidade e à preservação da vida impactadas pelas infraestruturas rodoviárias* (Brasil, 2022). Contudo, a possibilidade de autorização de uso agrícola das faixas laterais das rodovias prevista no Cap. XIII da Resolução DNIT 7/2021 (Brasil, 2021) é contraditória com o objetivo do programa interministerial. Embora as faixas laterais das rodovias sejam áreas criadas para fins de segurança de trânsito, consideramos importante reconhecê-las legalmente também como faixas de biodiversidade a serem restauradas e conservadas, quando isso for compatível com seu objetivo primordial.

¹¹ <https://www.tallgrassprairiecenter.org>

As Forças Armadas possuem grandes áreas para exercícios militares no Pampa, onde é comum o trânsito de veículos pesados, movimentação de solo, que junto com a manutenção inadequada de estradas são causadores de erosão (Sant'Anna, 2012; Pittelkow, 2013; Corrêa, 2015). Os chamados Campos de Instrução, em geral, possuem extensas áreas de vegetação nativa (Santos, 2005), que por diretriz militar devem ser conservadas e recuperadas pelas organizações militares competentes (MD, 2018). A preservação ambiental em áreas militares é realidade comum em outras forças armadas do mundo (Campos, 2003). Danos ambientais monitorados pelo IBAMA contabilizam 3.548 hectares em diversos estágios de recuperação no interior de algumas destas unidades no Pampa (CASV/IBAMA¹²). Não houve resposta ao questionário por parte dos comandos militares do Exército e Força Aérea Brasileira consultados neste estudo. O desconhecimento sobre a importância da restauração ecológica pode ser um dos fatores que levaram a isso. Gonçalves e Silva (2019) em pesquisa interna com um grupo de oficiais, registraram que 88% não presenciou tomada de providências de restauração quando detectada alguma degradação nas unidades que trabalhavam.

Quanto às áreas de terras indígenas ou quilombolas, representantes da FUNAI¹³ e INCRA¹⁴, respectivamente, não responderam ao questionário, o que sugere a necessidade de aproximação entre os órgãos ambientais com os gestores e a população envolvida. A participação de assentados e comunidades tradicionais na restauração, desde a coleta, produção de sementes e mudas, e implantação dos projetos, pode desenvolver expertise e engajamento, que por sua vez poderão ser empregados na restauração de áreas degradadas de outras entidades ou proprietários, como já é observado com sucesso em outras regiões do Brasil (Sampaio *et al.*, 2020; De Urzedo *et al.*, 2020). Envolver comunidades locais na cadeia produtiva da restauração é sempre interessante e isso também é válido para pequenos agricultores assentados. Os projetos de assentamentos de reforma agrária são empreendimentos que se enquadram na legislação ambiental de forma semelhante às propriedades rurais particulares, devendo cumprir exigências de RL e APP. O INCRA também não respondeu ao questionário quanto aos assentamentos situados no Pampa, embora possua enorme passivo ambiental a nível nacional, o que o coloca como importante ator neste tema (Daldegan Sobrinho, 2016). No ano de 2015, o passivo ambiental dos projetos de assentamentos federais no Rio Grande do Sul passava de 26 mil hectares (Hasenack *et al.*, 2015). O levantamento destes autores não detalha o quanto da área se localiza no território do

¹² Cadastro de Simples Vetores/IBAMA - <https://casv.ibama.gov.br/search>

¹³ Fundação Nacional dos Povos Indígenas - <https://www.gov.br/funai/pt-br>

¹⁴ Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - <https://www.gov.br/incra/pt-br>

Pampa, mas a maioria dos assentamentos no Estado é neste bioma (Rosa e Costa, 2016). Não encontramos registro atual de qualquer programa dedicado a resolver o passivo de reserva legal nos projetos, o que leva a crer que o problema persiste ou tenha até mesmo se agravado.

As áreas de ensino e pesquisa consideradas neste trabalho são, basicamente, fazendas experimentais, onde os gestores declararam a existência de 1.360 hectares degradados. Tais áreas podem servir para a restauração ecológica, mas principalmente para o desenvolvimento de pesquisa e extensão associadas ao tema. Isso proporcionaria a evolução no conhecimento de técnicas, capacitação e engajamento de pessoas, desenvolvimento da cadeia de suprimentos e ferramentas que, posteriormente, poderão ser empregadas em maior escala na execução do PRA nas propriedades particulares.

Frente aos dados coletados, fica evidenciado que existe um quantitativo de áreas públicas degradadas (> 70.000 ha) que podem servir de ensaio e impulsão de uma cadeia produtiva atualmente incipiente, e para cumprimento de meta estimulada no PLANAVEG, pois representa cerca de 23% da mesma. Nesse sentido, seguindo exemplos de que a cadeia produtiva da restauração ecológica evolui com programas governamentais de apoio (Nyoka *et al.*, 2015; Ladouceur *et al.*, 2018; McCormick *et al.*, 2021) e sabendo que a restauração ecológica tem grande potencial de geração de emprego e renda (Brancaion *et al.*, 2022), indicamos que milhares de hectares de áreas públicas no bioma Pampa têm potencial para serem foco de projetos em curto prazo (Quadro 1). Sobre o quantitativo de áreas, considerando que a maior parte dos gestores não respondeu ao questionário, o que sugere a não priorização da restauração, e que quase 40% dos respondentes não sabia precisar a quantidade de área degradada (ha), urge a necessidade de medidas de gestão governamental para um diagnóstico mais preciso e para conscientização da necessidade de restauração de áreas degradadas sob domínio público, o qual certamente resultará numa demanda muito maior.

Por fim, programas governamentais para o enfrentamento desta demanda poderão ser financiados de diversas formas, dentre elas, as fontes extraorçamentárias, como as conversões de multa do IBAMA¹⁵ em serviços ambientais, que podem servir de suporte ao cumprimento das metas estabelecidas pelo próprio governo.

¹⁵ <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/conversao-multas-ambientais>

De onde virão as sementes nativas?

Para se iniciar a restauração ecológica de campos no Pampa em maior escala espacial, e considerando como meta o ecossistema nativo de referência (Gann *et al.*, 2019), um desafio primordial que precisará ser enfrentado é a falta de sementes nativas no mercado. Rolim *et al.* (2022) encontraram 17 espécies nativas em comercialização, somadas herbáceas e arbóreas, a maioria para fins ornamentais e em pequenas quantidades. Das espécies campestres, a cultivar “pensacola” da gramínea *Paspalum notatum* Flüggé tem produção significativa (120 ton. em 2015 - APASSUL, 2021). Embora a espécie seja originária do Pampa argentino (Boldrini *et al.*, 2008), a cultivar foi lançada em 1944 na Flórida, EUA (Houck, 2009). O uso de cultivares não é indicado para restauração ecológica, haja vista que são originárias de ecótipos selecionados em melhoramento genético para determinadas características, não possuindo a diversidade intraespecífica almejada na restauração (Nevill *et al.*, 2016, Gann *et al.*, 2019). Porém em casos de recuperação ambiental focada em campos produtivos, como em alguns exemplos no Uruguai (Franco-Aquino *et al.*, 2022), ou apenas em revegetação, na ausência de sementes nativas apropriadas, é feito o uso das cultivares (Aubry *et al.*, 2005). O uso de cultivares de espécies nativas é positivo quando substitui espécies exóticas, algumas listadas como invasoras, como *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e as brachiárias do gênero *Urochloa* (Rio Grande do Sul, 2013), enquanto não houver disponibilidade de sementes nativas com diversidade genética.

Ainda, algumas espécies nativas do gênero *Axonopus* são bastante utilizadas para a formação de canteiros e gramados urbanos e também envolvem cultivares (Pinheiro *et al.*, 2012), da mesma forma inadequadas para a restauração ecológica. Contudo, como já comentado, podem ser úteis na revegetação de solo descoberto em obras e empreendimentos, substituindo o uso de espécies exóticas, muitas vezes invasoras. Ressalta-se que os dados aqui citados podem estar subestimados, haja vista o alto grau de informalidade no setor de forrageiras (Sarmiento, 2016).

Frente a este já conhecido panorama de falta de sementes nativas no mercado (Overbeck, 2007; Rolim *et al.*, 2022), verificamos que em outras regiões brasileiras e em diversos países do mundo as sementes nativas com a diversidade genética almejada na restauração ecológica são buscadas nos remanescentes naturais através de colheita manual (Sampaio *et al.*, 2020; PCA, 2021) ou mecanizada (Scotton e Ševčíková, 2017). As sementes podem ser colhidas diretamente da natureza e levadas para uso na restauração, mas é recomendável que a cadeia de produção avance para a formação de áreas produtoras, onde as

sementes selvagens são multiplicadas em canteiros individualizados por espécie (Nevill *et al.*, 2016). A produção em canteiros é mais controlada, maximizando a colheita e minimizando impactos ambientais da coleta em remanescentes naturais (Zinnen *et al.*, 2021). Além disso, estes canteiros se tornam relevantes em regiões cujos remanescentes de vegetação nativa são escassos, muitas vezes de difícil acesso, ou cada vez menores, como tem-se observado no bioma Pampa.

Atualmente, não temos áreas produtoras de sementes de espécies nativas campestres e consideramos as cultivares hoje comercializadas insuficientes, tanto pela quantidade disponível quanto pela variabilidade genética almejada para a restauração. Diante disso, buscamos contribuir com o potencial desenvolvimento da cadeia produtiva de sementes nativas ou simplesmente otimizar a colheita manual e mecanizada de sementes em remanescentes, apresentando informações sobre o período fenológico de 90 espécies citadas como indicadas para a restauração, ou de ampla distribuição e importantes forrageiras (Guarino *et al.*, 2018; Nabinger & Dall’Agnoll, 2019). Esta lista está focada em espécies das famílias Poaceae e Fabaceae e, naturalmente, outras espécies podem e devem ser usadas, a depender da localização da área, do ambiente predominante, do tipo ecossistêmico, e dos objetivos da restauração. Sobre o período ideal para colheita, ressaltamos que fatores associados a diferentes ecótipos, tipo de solo, manejo da vegetação, variabilidade interanual e outros podem interferir diretamente na fenologia, na quantidade e qualidade das sementes produzidas (Rosengurtt, 1979). O calendário aqui apresentado demonstra diversas espécies com amplo período para coleta de sementes, às vezes de 5 a 6 meses. Isso ocorre porque muitas espécies possuem longos estágios de floração e frutificação, como estratégia de sobrevivência, podendo variar conforme o clima do ano (Lindman e Löfgren, 1906). Ou seja, os coletores precisam conhecer e acompanhar a fenologia em suas áreas de coleta para otimizar o sucesso na colheita, seja ela manual ou mecanizada.

Quanto à colheita de sementes nativas, embora a manual seja possível e importante (pela seletividade e engajamento social), a colheita mecanizada em remanescentes é uma possibilidade para produção em maior escala, já sendo comum em diversos países, especialmente na Europa (Scotton e Ševčíková, 2017), e está em testes, com resultados promissores, no Uruguai (Pereira-Machín, 2017; Pañella, 2022), Argentina (Porta-Siota *et al.*, 2021) e mais recentemente no Brasil (Dutra-Silva *et al.*, em preparação). As sementes quando colhidas misturadas desde sua origem são denominadas na Europa como “misturas diretamente colhidas” (Diretiva UE nº 60/2010) (UE, 2010). Este tipo de mistura ainda não é

regulamentado no Brasil, mas precisa avançar para tal seguindo bons exemplos como o da União Europeia (Dutra-Silva *et al.*, em revisão – Cap. I deste).

Seguindo esta linha da regulamentação, pode se pensar para o Brasil, que a produção de sementes diretamente colhidas deve se dar a partir de remanescentes de campos nativos bem conservados, livres de espécies invasoras, com identificação botânica das espécies que estão frutificando previamente à colheita, para que o percentual de cada espécie dominante seja expresso no rótulo. Da interpretação da legislação brasileira de sementes, especialmente do art. 61 da Instrução Normativa MAPA nº 17/2017 (Brasil, 2017), entende-se que a produção das misturas diretamente colhidas para uso próprio, sem comercialização, é permitida. Na Figura 4 ilustramos o passo-a-passo dos procedimentos mínimos que consideramos interessantes para subsidiar a discussão sobre a regulamentação da produção e comercialização de misturas diretamente colhidas no Brasil.



MISTURAS PARA RESTAURAÇÃO



Sementes colhidas misturadas desde a origem

1. ÁREA FONTE

Certificação de área conservada por responsável técnico, livre de invasoras, para diferimento e produção de sementes.



2. COLHEITA

Identificação botânica prévia das espécies dominantes com sementes. Colheita manual ou mecanizada do mix.



3. IDENTIFICAÇÃO

Ensaque, e rótulo com dados do produtor, data e local da colheita, habitat, lote, lista de espécies dominantes (% de cada), e peso.



4. COMERCIALIZAÇÃO

Comércio regional do mix, dentro da mesma região de origem e para fins de restauração.



Estas misturas podem ser produzidas e utilizadas em projetos de restauração sem alteração normativa, desde que não envolvam comercialização.



Figura 4 - Proposta de regulamentação no Brasil, da produção e comercialização de misturas diretamente colhidas destinadas à restauração ecológica. Roteiro baseado na experiência europeia, com foco em certificação de uma área fonte conservada e livre de espécies invasoras, com identificação botânica das espécies dominantes prévia à colheita, sem testes de qualidade e com comercialização local.

Conclusões

Nosso trabalho deixa evidente a existência de passivo ambiental em áreas públicas que podem servir como demanda para projetos de restauração, fortalecendo a pesquisa e consolidando técnicas efetivas para uso em ecossistemas campestres do Sul do Brasil. Com a demanda, teremos o desenvolvimento inicial da cadeia produtiva de sementes nativas e de restauração, gerando não apenas conhecimento, mas renda e serviços ecossistêmicos. Mesmo que se discuta o nível de priorização ambiental a ser dado a estas áreas, o qual confrontamos com critério de oportunidade (áreas que não envolvem decisão particular), entendemos que pelo menos as unidades de conservação não padecem de questionamento quanto à sua importância para a conservação da biodiversidade.

Frente à conhecida falta de sementes de espécies campestres nativas no mercado, o que parece extremamente ligado à demanda reprimida de restauração (Overbeck *et al.*, no prelo), entendemos que as sementes poderão, num primeiro momento, ser obtidas em remanescentes de campos nativos conservados, como já é realidade em outras regiões do Brasil e do mundo. Posteriormente, com uma demanda razoável e minimamente constante, poderemos avançar com a cadeia produtiva tendo áreas destinadas a serem produtoras de sementes, utilizando canteiros de produção com espécies individualizadas.

Por fim, destaca-se que a proposta de demanda potencial aqui trazida visa auxiliar no impulso da cadeia produtiva da restauração ecológica no bioma e em nada substitui a gigantesca demanda reprimida existente nas propriedades rurais particulares localizadas no Pampa. É urgente que haja a implementação do Programa de Regularização Ambiental (PRA) em cumprimento da legislação ambiental e das metas de restauração assumidas pelo Brasil em diferentes instâncias.

Referências bibliográficas

Araújo, A. A. (1954) Culturas forrageiras. Série educativa. 3. Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio. 135 pág.

Associação dos Produtores e Comerciantes de Sementes e Mudanças do Rio Grande do Sul - APASSUL. (2021) Estatísticas do Mercado de Sementes de Pensacola 2020-2020. <https://www.apassul.com.br/estatisticas/forrageiras>

Aubry, C. A., Shoal, R. Z., Erickson, V. (2005). Grass Cultivars: Their Origins, Development, and Use on National Forests and Grasslands of the Pacific Northwest, p. 44. US Forest Service, Pacific Northwest Region. https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev7_015644.pdf

Baeza, S., Vélez-Martin, E., De Abelleira, D., Banchero, S., Gallego, F., Schirmbeck, J., ... & Hasenack, H. (2022). Two decades of land cover mapping in the Río de la Plata grassland region: The MapBiomass Pampa initiative. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 100834. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100834>

Baggio, R., Overbeck, G. E., Durigan, G., & Pillar, V. D. (2021). To graze or not to graze: A core question for conservation and sustainable use of grassy ecosystems in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(3), 256-266. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.002>

Boavista, L. D. R., Trindade, J. P. P., Overbeck, G. E., & Müller, S. C. (2019). Effects of grazing regimes on the temporal dynamics of grassland communities. *Applied Vegetation Science*, 22(2), 326-335. <https://doi.org/10.1111/avsc.12432>

Boldrini, I.I.; Longhi-Wagner, H.M.; Boechat, S.C. (2008) Morfologia e Taxonomia de Gramíneas Sul-Riograndenses. Segunda Edição. Editora UFRGS.

Brancalion, P. H., Garcia, L. C., Loyola, R., Rodrigues, R. R., Pillar, V. D., & Lewinsohn, T. M. (2016). Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. *Natureza & Conservação*, 14, e1-e16. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.03.004>

Brancalion, P. H. S., de Siqueira, L. P., Amazonas, N. T., Rizek, M. B., Mendes, A. F., Santiami, E. L., Rodrigues, R. R., Calmon, M., Benini, R., Tymus, J. R. C., Holl, K. D., & Chaves, R. B. (2022). Ecosystem restoration job creation potential in Brazil. *People and Nature*, 00, 1–9. <https://doi.org/10.1002/pan3.10370>

Brasil, Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Instrução Normativa MAPA nº 17 de 26 de abril de 2017, disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN17de28042017comANEXOS.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Resolução DNIT nº 7 de 02 de março de 2021. Dispõe sobre o uso das faixas de domínio de rodovias federais sob circunscrição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/regulamentacao-atual/copy_of_resolucao72021.pdf. Acesso em 29/06/2023.

Brasil, Portaria Interministerial MINF/MMA nº 04 de 02 de dezembro de 2022. Institui o Programa Rodoviário BR Verde. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-n-4-de-2-de-dezembro-de-2022-451609918>. Acesso em 29/06/2023.

Campos, J. C. P. (2003). A gestão ambiental no Exército Brasileiro e a sua compatibilização com o adestramento da força. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro, RJ. <https://redebie.decex.eb.mil.br/pergamumweb/vinculos/000056/00005605.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Chiavari, J., Lopes, C. L., & de Araujo, J. N. (2020). Onde estamos na implementação do código florestal? Radiografia do CAR e do PRA nos estados brasileiros. *Climate Policy Initiative & INPUT Brasil*. <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/prov0471.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Coradin, L., Siminski, A., Reis, A. (2011) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Sul. Brasília, DF: MMA. https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf

Corrêa, A. D. (2015). Estudo da erodibilidade de uma unidade geotécnica no campo de instrução de Santa Maria como base para o seu planejamento ambiental. Dissertação de Mestrado. UFSM. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/9445>

Daldegan Sobrinho, J. (2016). Subsídios à elaboração de uma política pública para contribuir na estruturação da cadeia da restauração florestal: o programa de aquisição de sementes e mudas nativas (PASEM). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada IPEA. <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9231>

De Urzedo, D. I. D., Piña-Rodrigues, F. C., Feltran-Barbieri, R., Junqueira, R. G., & Fisher, R. (2020). Seed networks for upscaling forest landscape restoration: Is it possible to expand native plant sources in Brazil?. *Forests*, 11(3), 259. <https://doi.org/10.3390/f11030259>

Dutra-Silva, R.; Indrusiak, C. B.; Madeira, M.M.; Toscan, K. H.; Vieira, M. S.; Overbeck, G. E.; Sant'Anna D. M.;...Kopp, M. M. (2022) Recuperação de campos nativos suprimidos no Bioma Pampa: um estudo em escala de paisagem em Rosário do Sul (RS). *Revista Gestão da Informação Ambiental*. IBAMA. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21543.62887>

Fedrigo, J.K., Ataíde, P.F., Filho, J.A., Oliveira, L.V., Jaurena, M., Laca, E.A., Overbeck, G.E. and Nabinger, C. (2018), Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. *Restor Ecol*, 26: 677-685. <https://doi.org/10.1111/rec.12635>

Fernandes, G. W., Banhos, A., Barbosa, N. P. U., Barbosa, M., Bergallo, H. G., Loureiro, C. G., ... & Vale, M. M. (2018). Restoring Brazil's road margins could help the country offset its CO2 emissions and comply with the Bonn and Paris Agreements. *Perspectives in ecology and conservation*, 16(2), 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.02.001>

Franco-Aquino, R.A., Jaurena M, Reyno R. (2022) Effect of sowing density on the productivity of a native grassland restored with *Bromus auleticus*. *Agrocienc Urug* <https://agrocienzauruguay uy/index.php/agrociencia/article/view/1104>

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... & Dixon, K. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>

Garlet, T. M. B. (2019). Plantas medicinais nativas de uso popular no Rio Grande do Sul. Santa Maria, RS: UFSM. 102 p.

Gibson-Roy, P. (2018). Restoring grassy ecosystems—Feasible or fiction? An inquisitive Australian's experience in the USA. *Ecological Management & Restoration*, 19, 11-25. <https://doi.org/10.1111/emr.12327>

Gonçalves, T.R.P., Silva, A.N. (2019). Atuação do Exército Brasileiro na preservação do meio ambiente em área militar. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (AMAM). Rio de Janeiro/RJ. <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/5475/1/corpo%20do%20artigo.pdf>

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. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1098234>

Hasenack, H., Weber, E., Gonzales, F.L., Cerveira, J.F., ... & Langer, O. (2015). Relatório Técnico Final de diagnóstico ambiental de projetos de assentamentos do INCRA no Rio Grande do Sul. Convênio 734741/2010 INCRA-FAURGS-UFRGS.

Houck, M. (2009). Plant fact sheet for bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) USDA-Natural Resources Conservation Service, Louisiana State Office, Alexandria, Louisiana 71302. https://plants.usda.gov/DocumentLibrary/factsheet/pdf/fs_pano2.pdf

Jaurena, M., Durante, M., Devincenzi, T., Savian, J. V., Bendersky, D., Moojen, F. G., ... & Lattanzi, F. A. (2021). Native grasslands at the core: A new paradigm of intensification for the Campos of Southern South America to increase economic and environmental sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 11. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.547834>

Kaulfuß, F., Rosbakh, S., & Reisch, C. (2022). Grassland restoration by local seed mixtures: New evidence from a practical 15-year restoration study. *Applied Vegetation Science*, 25(2), e12652. <https://doi.org/10.1111/avsc.12652>

Kiehl, K., Kirmer, A., & Shaw, N. (Eds.). (2014). Guidelines for native seed production and grassland restoration. Cambridge Scholars Publishing.

Ladouceur, E., Jiménez-Alfaro, B., Marin, M., De Vitis, M., Abbandonato, H., Iannetta, P. P., ... & Pritchard, H. W. (2018). Native seed supply and the restoration species pool. *Conservation Letters*, 11(2), e12381. <https://doi.org/10.1111/conl.12381>

Lindman, C.A.M.; Löfgren, A. (1906) A vegetação no Rio Grande do Sul (Brasil Austral). "Livr. Universal" de Echenique.

Pañella L., P. (2022). Perspectiva de restauración espontánea y asistida en pastizales del Uruguay. Tesis de maestría. Montevideo. Universidad de la República del Uruguay. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/35442>

Pereira-Machín, M. (2017) Taita: una cosechadora de cepillo de campo natural. Revista PlanAgropecuario. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/173_2670.pdf

Porto, A.B., Rolim, R.G., da Silveira, F.F., Overbeck, G.E., Salatino, A. (2021) Consciência Campestre: um chamado para o (re)conhecimento aos campos. Bio Diverso. <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/biodiverso/article/view/113747>

Marchi, M.M., Salles, J.M., Barbieri, R.L., Heiden, G. (2015) As gramíneas ornamentais nativas. In: Cores e formas no Bioma Pampa gramíneas ornamentais nativas. EMBRAPA.

McCormick, M. L., Carr, A. N., Massatti, R., Winkler, D. E., De Angelis, P., & Olwell, P. (2021). How to increase the supply of native seed to improve restoration success: the US native seed development process. *Restoration Ecology*, 29(8), e13499. <https://doi.org/10.1111/rec.13499>

Ministério da Defesa - MD (2018). Práticas Ambientais nas Organizações Militares do Exército Brasileiro. Diretoria de Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente. Brasília: Exército Brasileiro. <http://ebusca.eb.mil.br/vufind/Record/oai:localhost:ripcmb-713212/Description>

Menezes, L.S., Silveira, F.F., Overbeck, G.E., Dutra-Silva, R. (2021). A Conservação dos Campos Sulinos nas normas ambientais. NEXO Jornal. Link para matéria: <https://pp.nexojournal.com.br/linha-do-tempo/2021/A-conserva%C3%A7%C3%A3o-dos-Campos-Sulinos-nas-normas-ambientais>.

Metzger, J. P., Bustamante, M. M., Ferreira, J., Fernandes, G. W., Librán-Embíd, F., Pillar, V. D., ... & Overbeck, G. E. (2019). Why Brazil needs its legal reserves. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(3), 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002>

Ministério do Meio Ambiente - MMA. (2017). PLANAVEG: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Ministério do Meio Ambiente/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Ministério da Educação. Brasília, DF.

- Nabinger, C., Ferreira, E. T., Freitas, A. K., Carvalho, P. C. D. F., & Sant'Anna, D. M. (2009). Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*, 175-198. <https://augap.com.uy/wp-content/uploads/2022/02/CAMPOS-SULINOS.pdf>
- Nabinger, C., Dall'Agnol, M. (2019). Guia Para Reconhecimento De Espécies Dos Campos Sulinos. Brasília: Ibama. https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2020/ibama-publica-guia-para-reconhecimento_ibama.pdf
- Nevill P.G., Tomlinson S., Elliott C.P., Espeland E.K., Dixon K.W., Merritt D.J. (2016). Seed production areas for the global restoration challenge. *Ecology and Evolution* 6:7490–7497. <http://doi.org/10.1002/ece3.2455>
- Nyoka, B. I., Roshetko, J., Jamnadass, R., Muriuki, J., Kalinganire, A., Lillesø, J. P. B., ... & Cornelius, J. (2015). Tree seed and seedling supply systems: a review of the Asia, Africa and Latin America models. *Small-scale Forestry*, 14, 171-191. <https://doi.org/10.1007/s11842-014-9280-8>
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., ... & Forneck, E. D. (2007). Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9(2), 101-116. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.07.005>
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., Scarano, F. R., Lewinsohn, T. M., Fonseca, C. R., Meyer, S. T., ... & Pillar, V. D. (2015). Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and distributions*, 21(12), 1455-1460. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., da Silva Menezes, L., Anand, M., Baeza, S., Carlucci, M. B., ... & Müller, S. C. (2022). Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 125687. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2022.125687>
- Plant Conservation Alliance (PCA). (2021). National Seed Strategy Progress Report, 2015-2020. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, 74 pp. <https://www.blm.gov/sites/default/files/docs/2021-08/Progress%20Report%2026Jul21.pdf>
- Pellizzaro, K. F., Cordeiro, A. O., Alves, M., Motta, C. P., Rezende, G. M., Silva, R. R., ... & Schmidt, I. B. (2017). “Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. *Brazilian Journal of Botany*, 40, 681-693. <https://doi.org/10.1007/s40415-017-0371-6>
- Pinheiro, E. D. C., Mittelman, A., Pires, E. D. S., Bortolini, F., & de Souza, F. H. D. (2012). Estabelecimento de gramados por mudas: velocidade de cobertura do solo. In: Congresso de Iniciação Científica, UFPel, Pelotas. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74661/1/PROCIFHDS2012.00105.pdf>
- Pittelkow, G.C. (2013). Erosão em estrada de terra, no Campo de Instrução de Santa Maria (CISM). Dissertação de Mestrado. UFSM. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/9393>

Ribeiro, S., Moreira, L. F., Overbeck, G. E., & Maltchik, L. (2021). Protected Areas of the Pampa biome presented land use incompatible with conservation purposes. *Journal of Land Use Science*, 16(3), 260-272. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2021.1934134>

Rio Grande do Sul, Portaria SEMA/RS nº 79 de 31 de outubro de 2013. Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. <https://sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202007/20141651-1460138751portaria-sema-n-79-2013-reconhece-a-lista-especies-exoticas-invasoras-rs-e-demais-classificacoes-normas-de-controle-e-outras-providencias-doe.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Rio Grande do Sul, Resolução CONSEMA nº 360 de 14 de setembro de 2017. Estabelece diretrizes ambientais para a prática da atividade pastoril sustentável sobre remanescentes de vegetação nativa campestre em Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal no Bioma Pampa. <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201709/26103019-360-2017-diretrizes-atividade-pastoril-em-rl-e-app.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

Rolim, R. G.; Overbeck, G. E.; Biondo, E. (2021) Produção e comercialização de espécies vegetais nativas ornamentais no Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, v. 7, n. 1, p. 30-40. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.71.30-40>

Rolim, R. G., Rosenfield, M. F., & Overbeck, G. E. (2022). Are we ready to restore South Brazilian grasslands? Plant material and legal requirements for restoration and plant production. *Acta Botanica Brasilica*, 36. <https://doi.org/10.1590/0102-33062021abb0155>

Rosa, R.; Costa, J. R. C. (2016): Programa bolsa verde nos projetos de assentamentos inseridos no Bioma Pampa: quando uma política pública não atinge seus destinatários - impactos e efeitos socioambientais”, *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, En línea: <http://www.eumed.net/rev/cccsc/2016/01/bolsa.html>

Rosengurtt, B.; Arrelliga, B. R.; Izaguirre, P. (1970) Gramíneas uruguayas. Universidad de la República. Uruguay.

Rosengurtt, B. (1979) Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Universidad de la República. Uruguay.

Sant’Anna, K.D.A. (2012). Diagnóstico ambiental do meio físico do campo de instrução de Santa Maria (CISM). Dissertação de Mestrado. UFSM. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/9350>

Sampaio, A.B.; Schmidt, I.; Urzedo, D.; Cortes, C. (2020). Cerrado De Pé Association: Community engagement promoting ecological restoration and local livelihoods in the neotropical savanna. In book: *Forest Landscape Restoration and Social Opportunities in the Tropical World*. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste - Capan. https://www.researchgate.net/publication/350103712_Cerrado_De_Pe_Association_Community_engagement_promoting_ecological_restoration_and_local_livelihoods_in_the_neotropical_savanna

- Santos, A. S. (2005) Subsídios à implantação da gestão ambiental em áreas militares do exército brasileiro, tendo como estudo de caso o campo de instrução de Formosa GO. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, Brasília. <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/123456789/1667>
- Sarmiento, M. B. (2016). Cadeia de sementes forrageiras temperadas no Rio Grande do Sul. *Revista Científica Agropampa, UNIPAMPA* 2(2). <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/Agropampa/article/view/137>
- Scheffer-Basso, S. M., Baréa, K., & Jacques, A. V. Á. (2009). *Paspalum* e *Adesmia*: importantes forrageiras dos Campos Sulinos. In: Pillar, V.P., Muller, S.C., Castilhos, Z., Jacques, A. (Org.). *Campos sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Brasília, DF: MMA, v. 1, p. 163-174. <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf>
- Scotton, M., & Ševčíková, M. (2017). Efficiency of mechanical seed harvesting for grassland restoration. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247, 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.040>
- Serviço Florestal Brasileiro - SFB (2020). Boletim Informativo do Cadastro Ambiental Rural. Edição Especial. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/servico-florestal-brasileiro/boletim-informativo>
- Setubal, R.B., Boldrini, I.I., Ferreira, P.M.A. (2011) Campos dos Morros de Porto Alegre. *Igré*. 254 pág. https://www.researchgate.net/profile/Robberson-Setubal/publication/283290124_Campos_dos_Morros_de_Porto_Alegre/links/5630c51c08aedf2d42beea8b/Campos-dos-Morros-de-Porto-Alegre.pdf
- Shaw, N., Barak, R. S., Campbell, R. E., Kirmer, A., Pedrini, S., Dixon, K., & Frischie, S. (2020). Seed use in the field: delivering seeds for restoration success. *Restoration Ecology*, 28, S276-S285. <https://doi.org/10.1111/rec.13210>
- Silveira, F. A., Arruda, A. J., Bond, W., Durigan, G., Fidelis, A., Kirkman, K., ... & Buisson, E. (2020). Myth-busting tropical grassy biome restoration. *Restoration Ecology*, 28(5), 1067-1073. <https://doi.org/10.1111/rec.13202>
- Porta-Siota, F., Petruzzi, H., Sawczuk, N., & Morici, E. (2021). Rehabilitación de pastizales semiáridos: desarrollo de una cosechadora de semillas de gramíneas nativas. *Multequina* 157-164. <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/multequina/indice/pdf/30-2/12.pdf>
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., Coe, M., ... & Alencar, A. (2014) Cracking Brazil's forest code. *Science*, 344(6182), 363-364. <https://doi.org/10.1126/science.1246663>
- Sparovek, G., Reydon, B. P., Pinto, L. F. G., Faria, V., de Freitas, F. L. M., Azevedo-Ramos, C., ... & Ribeiro, V. (2019). Who owns Brazilian lands? *Land use policy*, 87, 104062. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104062>

União Europeia (UE). Diretiva nº 60/2010. Prevê determinadas derrogações à comercialização de misturas de sementes de plantas forrageiras destinadas a serem utilizadas na preservação do meio natural, Jornal Oficial da União Europeia, p. 10–14. <https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2021/02/Directiva-2010-60-UE.pdf>. Acesso em 29/06/2023.

United Nations. (2019). Resolution 73/284. United Nations on Decade Ecosystem Restoration (2021-2030). <https://undocs.org/en/A/RES/73/284>

Walter L.E. (2020). Report: native seed stakeholder meeting 2020. Tallgrass Prairie Center Publications and Reports. https://scholarworks.uni.edu/tpc_facpub/3/ (Acesso em 02/02/2023)

White, A., Fant, J. B., Havens, K., Skinner, M., & Kramer, A. T. (2018). Restoring species diversity: assessing capacity in the US native plant industry. *Restoration Ecology*, 26(4), 605-611. <https://doi.org/10.1111/rec.12705>

Zinnen, J., Broadhurst, L. M., Gibson-Roy, P., Jones, T. A., & Matthews, J. W. (2021). Seed production areas are crucial to conservation outcomes: benefits and risks of an emerging restoration tool. *Biodiversity and Conservation*, 30(5), 1233-1256. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02149-z>

Material Suplementar

Apêndice I – Formulário padronizado de entrevista

Demanda de restauração ecológica no Pampa

Apresentação

Vimos por meio deste convidar-lhe a participar de entrevista, através deste formulário digital, visando buscar informações sobre demanda de restauração ecológica em áreas sob gestão de órgãos públicos no bioma Pampa, com intuito de subsidiar levantamento que está sendo realizado no projeto de mestrado de Rodrigo Dutra da Silva intitulado "Restauração Ecológica no Pampa: Análise da legislação brasileira aplicada às sementes nativas e diagnóstico de demandas para restauração no bioma". O mestrado está em curso no PPG em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS sob orientação da professora Dra. Sandra Muller, e coorientação do professor Dr. Gerhard Overbeck.

Os dados de demanda de restauração serão analisados e publicados em artigo científico de modo a sintetizar informações que venham subsidiar ações de políticas públicas para o Pampa, auxiliando os órgãos governamentais envolvidos a restaurarem áreas sob sua administração, sem vincular informações individualizadas providas nos questionários. O formulário é bastante sucinto e direto, levando cerca de 5 a 10 minutos para a resposta.

Favor informar o e-mail no campo que segue para receber cópia das respostas prestadas. Após informar o e-mail você será direcionado para o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE com opções excludentes.

Rodrigo Dutra da Silva
Aluno Mestrado
PPG Ecologia UFRGS

Instituição: Depto. Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), CP 15007, Av. Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 43422, CEP 91501-970, Porto Alegre – RS, Brasil.

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, CEP 90040-060, Porto Alegre – RS, Brasil. Telefone: (51) 3308-3787, fax: (51)3308-4085, E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

*Obrigatório

1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. Os dados pessoais dos participantes serão mantidos sob sigilo. Considerando a apresentação feita no início deste formulário, e consentindo em participar na pesquisa e fornecimento dos dados para publicação científica solicita-se que responda "sim" a esta pergunta e dê início a resposta das perguntas subsequentes. Caso negativo, responda "não" e o formulário estará encerrado. Cópia deste TCLE e das respostas prestadas será enviado automaticamente ao e-mail informado anteriormente, e é importante que você guarde cópia deste TCLE. Informamos que o entrevistado tem direito a não responder essa pesquisa, sem qualquer justificativa e desistir a qualquer tempo, inclusive com a retirada posterior deste consentimento antes da publicação de resultados da pesquisa. O uso deste formulário é gratuito, e quaisquer custos da pesquisa estão por conta dos pesquisadores e instituição financiadora. Existem riscos de segurança inerentes ao ambiente digital quanto ao sigilo dos dados, os quais consideramos mínimos devido ao baixo número de pesquisadores (3) que acessará os dados, e a segurança da plataforma utilizada. O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio grande do Sul, órgão colegiado de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Telefone de contato do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UFRGS (51) 3308- 3787, com o horário de atendimento do CEP/UFRGS, que é das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30h.

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

2. Qual a instituição que representa?

3. Existem espaços a recuperar ou restaurar em áreas administradas ou gerenciadas por sua instituição? (ex.: áreas pós lavoura ou silvicultura; com erosão; invadidas por anonni, brachiária ou outras invasoras; de recuperação obrigatória como APPs...)

Marque todas que se aplicam.

- Sim
 Não
 Preciso de auxílio para identificar áreas degradadas

Pular para a pergunta 4

Caracterização da área

Ambiente original

4. Qual a formação de cobertura vegetal predominante nas áreas antes da degradação?

Marque todas que se aplicam.

- Campos nativos
 Florestas
 Banhados
 Preciso de apoio técnico para identificar
 Outro: _____

5. Qual a principal origem de degradação ambiental das áreas?

Marque todas que se aplicam.

- Supressão da vegetação nativa (arado, dessecação, fogo, desmatamento...)
 Espécies exóticas invasoras (ex.: anonni, brachiária, paulistinha, ligustro, cinamomo, uva do japão...)
 Extração mineral (saibro, areia, brita...)
 Estradas e acessos (causadora de erosão, invasoras...)
 Contaminação com produtos químicos (derrame de óleo, agrotóxicos...)
 Descarte de resíduos sólidos (lixo, resíduos de agricultura, oficina...)
 Outro: _____

6. Há quanto tempo a área está degradada? (anos)

7. Qual a área total (hectares) estimada a recuperar ou a restaurar sob gestão de vossa instituição?

8. Qual a localização das áreas a restaurar? Favor informar uma área por linha, na sequência - nome da área - localidade - município - área (ha) - coordenadas geográficas de referência (LAT/LONG grau, minuto, segundo). Caso possua arquivo vetorial, ou planilha de dados, ver próxima pergunta.

9. Caso possua arquivo vetorial das áreas (shapefile, kml, kmz, gtm...) ou planilha que responda a questão anterior, favor carregar aqui.

Arquivos enviados:

Apoio para identificação de áreas degradadas

Podemos auxiliar na identificação de possíveis áreas degradadas. Fotos, vídeos e descrição da situação podem ser enviadas para rodrigo.dutrasilva@gmail.com que faremos análise e resposta.

Agradecimento

Agradecemos sua coloração no diagnóstico de áreas a restaurar no bioma Pampa que colabora com a pesquisa científica e subsídio a políticas públicas ambientais.

Apêndice II – Dados de espécies campestres pesquisadas em revisão quanto à época de colheita de sementes, ambiente e solos onde são encontradas, e região de ocorrência (preponderante) no Rio Grande do Sul. A descrição de solos segue linguagem acessível para material de divulgação geral, não se atendo a terminologia de classificação técnica oficial. As referências para cada informação estão listadas abaixo e são identificadas por número sobrescrito em cada célula.

Espécie	Época de coleta	Ambiente	Solos	Região de ocorrência
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	fev-abr ¹	Campo rupestre, C. seco, C. úmido ¹⁰	Amplio (variado), bem drenado ⁴ . Solos mais leves e arenosos, frequente em várzeas enxutas e periferia de banhados ⁹	Todo o RS ⁹
<i>Aristida jubata</i> (Arech.) Herter	dez-jan ¹	C. rupestre, C. seco ¹⁰	Seco e ácido ⁹	Planalto médio e missões ⁹
<i>Aristida laevis</i> Nees) Kunth	dez-mar ²	C. rupestre, C. seco, C. úmido ¹⁰	Seco e ácido ⁹	Todo o RS, especialmente Serra do Sudeste ⁹
<i>Axonopus affinis</i> Chase	jan-abr ³	C. seco, C. úmido ⁴	Amplio, exceto mal drenado permanente ⁴	Todo o bioma ⁴ Uma das espécies mais comuns dos campos ¹⁵
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	jan-abr ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Arenoso, bem drenado, profundo a raso ⁴	Areais, Serra do Sudeste e Depressão Central ⁴
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv	jan-mar ³	C. úmido ⁹ , sombreado ¹⁵	Amplio ⁹	Campanha, solos rasos ⁴ . Todo o RS, especialmente vale do Uruguai e Planalto ³
<i>Axonopus obtusifolius</i> (Raddi) Chase	jan-fev ³	C. úmido, banhado ⁴	Arenoso, fertilidade baixa, profundo ⁴	Litoral ⁴
<i>Axonopus suffultus</i> (Mikan ex Trin.) Parodi	nov ⁴	C. rupestre, C. seco ¹⁰	Arenoso e pedregoso ⁹	Campanha em solos profundos, Serra do Sudeste e Depressão Central ⁴
<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	dez-abr ¹	C. seco ¹²	Arenoso ⁶ , solos variáveis, exceto úmidos ²	Campanha, Serra do sudeste e litoral ¹²
<i>Bromus aulecticus</i> Trin. ex Nees	nov-dez ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Textura média e argiloso, solos bem drenados, rasos e profundos ⁴	Campanha ⁴
<i>Bromus brachianthera</i> Doll	nov-dez ²	Semi umbrófila, encontrada na borda de floresta ⁹		Planalto e Campos de Cima da Serra ⁹
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	out-dez ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Ampla textura de solo, baixa fertilidade, bem drenado, rasos a profundos ⁴	Campanha, Serra do sudeste, Depressão Central e Litoral ⁴
<i>Cinnagrostis viridiflavescens</i> (Poir.) Steud	nov-dez ²	C. úmido ⁹		Ampla no Pampa ¹³
<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	out-dez ⁵	C. seco ¹⁵	Arenoso ⁴	Todo o bioma ⁴

Espécie	Época de coleta	Ambiente	Solos	Região de ocorrência
<i>Chascolytrum unioale</i> (Nees) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies	out-dez ⁶	C. úmido ⁹		Depressão Central, Serra do sudeste ⁵
<i>Coleataenia prionitis</i> (Nees) Soreng	dez-fev ¹	C. úmido, periferia de banhados ⁹	Solo profundo, arenoso, fertilidade baixa ⁴	Sul do RS ⁹ , litoral ⁴
<i>Danthonia montevidensis</i> Hack. & Arachav.	nov-jan ²	C. úmido ⁴ , C. seco ²		Campanha ⁴
<i>Dichantelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	nov ⁴	C. seco, C. úmido ⁴	Amplio, exceto saturado permanente ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze	dez-jan ⁴	C. seco, C. úmido ⁴	Textura ampla, baixa fertilidade, bem drenado e profundo ⁴	Campanha e Areais ⁴ Amplamente distribuída no RS, especialmente nos Campos de Cima da Serra ¹⁴
<i>Eragrostis airoides</i> Nees	jan-mar ¹	C. úmido periferia de banhados ⁹		Todo o RS ¹⁵
<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult	dez-abr ¹	C. úmido, periferia de banhados ⁹	Arenosos, mesmo pedregosos, desde que úmidos ⁹	Todo o RS ⁹
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	dez-mai ¹	C. seco ⁹	Arenosos, pobres ⁹	Todo o RS
<i>Eragrostis neesii</i> Trin	dez-mai ¹	C. seco ¹	Mais frequente em arenosos ⁹	Todo o RS ⁹
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	dez-mar ²	C. seco ⁹	Arenosos, pobres ⁹	Todo o RS ⁹ , sendo mais comum nos campos de altitude ¹⁴
<i>Eustachys uliginosa</i> (Hack.) Herter	mar-abr ⁵	C. úmido ⁹	Bem drenado, com boa matéria orgânica ⁹	Todo o RS ¹⁵
<i>Hemarthria altissima</i> (Poir) Stapf & C.E. Hubb.	jan-mar ¹	C. úmido ⁴	Profundo, fertilidade baixa, moderadamente drenado e textura média ⁴	Campanha e Depressão central ⁴
<i>Hordeum stenostachys</i> Godr.	dez ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Textura média a argiloso, fertilidade alta, bem drenados, de profundidade ampla ⁴	Campanha ⁴
<i>Ischaemum minus</i> J Presl	dez-jan ⁴	C. úmido, C. brejoso e banhados ⁴	Arenoso, saturado, de raso a profundo ⁴	Litoral ⁴
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	fev-abr ¹	Banhado ⁹	Muito úmidos ¹⁵	Todo o RS ⁹
<i>Luziola peruviana</i> Juss. ex. F. Gmel	jan-abr ¹	Banhado ⁹	Encharcados ¹⁵	Todo o RS ⁹

Espécie	Época de coleta	Ambiente	Solos	Região de ocorrência
<i>Mnesithea selloana</i> (Hack) de Koning & Sosef	dez-abr ²	C. seco. C. úmido ⁴	Ampla variedade ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Nassella neesiana</i> (Trin. & Rupr.) Barkworth	nov-jan ¹	C. seco ¹⁵	Solo fértil ⁹	Ampla ocorrência, especialmente campos finos da Campanha ⁹
<i>Paspalum almum</i> Chase	dez-fev ²	Campos baixos, úmidos ²		Campos finos da fronteira sul e sudoeste ⁹
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius	dez-abr ⁷	C. úmido, borda de floresta ⁹		Depressão Central ⁷ , leste do RS, região das lagoas ⁹
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir	dez-abr ¹	C. seco, C. úmido, banhado ⁴	Amplo, exceto permanentemente saturado ⁴	Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central e Litoral ⁴
<i>Paspalum guenoarum</i> Arechav	jan-mar ³	C. seco ⁹	Argiloso, profundo, com melhor fertilidade, e bem drenado ⁹	Depressão Central, Serra do sudeste, Campos de Cima da Serra e Planalto ¹⁶
<i>Paspalum inaequivalve</i> Raddi	dez-abr ²	Sombreados, frequente em floresta ⁹		Todo o RS ⁹
<i>Paspalum indecorum</i> Mez	jan-mar ¹	C. seco ⁹	Solos rasos ⁹	Campanha, preferencialmente ⁹
<i>Paspalum nicorae</i> Parodi	dez-mar ⁴	C. seco, C. úmido ⁴	Amplo, exceto saturados ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Paspalum denticulatum</i> Trin.	dez-mar ²	C. úmido ⁹	Solos férteis, com boa matéria orgânica e relativamente úmidos ⁹	Campanha sudoeste ⁹ , Depressão Central, litoral ¹⁵
<i>Paspalum modestum</i> Mez	dez-mar ³	C. úmido, banhado ⁴	Arenoso ⁴	Depressão central e Litoral ⁴
<i>Paspalum notatum</i> Flugge	jan-mai ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Amplo, exceto saturados ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Paspalum pauciciliatum</i> (Parodi) Herter	jan-abr ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Amplo, de baixa fertilidade, exceto saturados ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx	dez-abril ⁴	C. seco, C. úmido ⁴	Amplo, exceto saturados ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Paspalum pumilum</i> Nees	dez-abr ²	C. úmido ⁴	Amplo, bem drenado e saturado, exceto argiloso ⁴	Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central e Litoral ⁴
<i>Paspalum quadrifarium</i> Lam	dez-mar ²	C. úmido ⁹	Férteis, em várzea ⁹	Campanha e litoral ¹⁵
<i>Paspalum urvillei</i> Steud	dez-mar ¹	C. úmido ⁴	Textura média a arenosa, fertilidade baixa, moderadamente drenado, profundidade variada ⁴	Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central e Litoral ⁴
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	nov-dez ¹	C. seco ¹⁴ , Campos pobres, degradados ⁹		Todo o RS ¹⁴

Espécie	Época de coleta	Ambiente	Solos	Região de ocorrência
<i>Piptochaetium ruprechtianum</i> Desv.	nov-jan ²	C. seco, C. úmido ⁴	Textura média, fertilidade alta, bem drenado ⁴	Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central e Litoral ⁴
<i>Piptochaetium stipoides</i> (Trin. & Rupr.) Hack. ex Arechav	nov-dez ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Textura média, argiloso, bem drenado ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Poa lanigera</i> Nees	nov-dez ¹	C. úmido ⁴	Arenoso, baixa fertilidade, moderadamente drenado, raso ⁴	Campanha ⁴
<i>Saccharum angustifolius</i> (Nees) Trin	fev-jun ¹	C. seco, C. úmido, banhado ⁹	Arenoso ²	Ampla distribuição ¹⁴
<i>Schizachyrium bimucronatum</i> Roseng. B.R. Arril & Izag.	fev-mai ²	C. seco ⁴	Arenoso, baixa fertilidade, bem drenado, profundo ⁴	Areais ⁴ . Campanha e Missões ¹¹
<i>Schizachyrium salzmannii</i> (Trin. ex Steud.) Nash	dez-março ¹	C. rupestre, C. seco ¹⁰	Arenoso, baixa fertilidade, bem drenado, raso ⁴	Campanha e Serra do Sudeste ⁴
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (des. ex Ham.) Roseng	fev-abr ¹	C. rupestre, C. seco ¹⁰	Principalmente campos secos e locais alterados ¹¹	Em praticamente todo o estado ¹¹
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	fev-mai ¹	C. rupestre, C. seco, C. úmido, C. brejoso ¹⁰	Textura média a argiloso, baixa fertilidade, bem drenado ⁴	Campanha e Serra do Sudeste ⁴
<i>Setaria parviflora</i> (Poir) Kerguélen	nov-mai ⁶	C. seco, locais alterados ⁶		Todo o RS ⁹
<i>Setaria vaginata</i> Spreng.	dez-abr ¹	C. rupestre, C. seco ou moderado acúmulo hídrico ¹⁰	Textura média, fertilidade baixa, bem drenado ⁴	Campanha ⁴
<i>Steinchisma hians</i> (Elliot) Nash	ago-dez ⁴	C. úmido, banhado ⁴	Arenoso, fertilidade baixa, saturado ⁴	Campanha, Serra do Sudeste e Litoral ⁴
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	jan-abr ¹	Várzeas e periferias de banhados ⁹	Arenoso úmido ²	Litoral ⁹
<i>Herbertia lahue</i> (Molina) Goldblatt	set-dez ⁸	C. seco, C. úmido ⁴		Campanha e Serra do sudeste ⁴
<i>Adesmia bicolor</i> (Poir.) DC	dez-jan ⁴	C. seco e C. úmido ⁴	Ampla, exceto rasos e mau drenados permanente ⁴	Campanha ⁴
<i>Adesmia latifolia</i> (Spreng.) Vogel	nov-dez ⁴	C. úmido ⁹	Arenoso e profundo ⁴	Campanha e litoral ⁴
<i>Adesmia securigifolia</i> Herter	set-dez ⁴	C. seco e C. úmido ⁴	Textura média, fertilidade alta, bem drenado e profundo ⁴	Campanha ⁴

Espécie	Época de coleta	Ambiente	Solos	Região de ocorrência
<i>Adesmia tristis</i> Vogel	dez-jan ⁹	C. úmido ⁹	Tolera solos com alto nível de Alumínio ⁹	Norte do Estado, Campos de altitude e Campanha ⁹
<i>Arachis burkartii</i> Handro	abr ⁴	C. seco, C. úmido ⁴	Arenoso, bem drenado, baixa fertilidade e raso ⁴	Campanha e Serra do Sudeste ⁹
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth	dez ⁴	C. rupestre, C. Seco, C. úmido ¹⁰	Arenoso, textura média, baixa fertilidade, bem drenado, solo raso e profundo ⁴	Serra do Sudeste e Litoral ⁴
<i>Ctenodon falcatus</i> (Poir.)	nov-fev ⁹	C. seco ⁹	Arenosos a medianamente argilosos, bem drenados ⁹	Todo o RS ⁹
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC	dez-mai ⁴	C. úmido ⁴	Arenoso, fertilidade baixa ou alta, moderadamente saturado de água e profundo ⁴	Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central e Litoral ⁴
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth	dez-mar ⁹	C. úmido ⁴	Arenoso, fertilidade baixa, moderadamente saturado de água, e profundo ⁴	Depressão central e litoral ⁴
<i>Desmodium incanum</i> (SW.) DC.	dez-mar ⁹	C. rupestre, C. seco. C. úmido, banhado ⁴	Ampl ⁴	Campanha, Serra do Sudeste, Depressão Central e Litoral ⁴
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC	março ⁹	Associado a borda de floresta úmida. Aceita sombreamento parcial. Pouco tolerante a seca. ⁹		Todo o RS ⁹
<i>Lathyrus crassipes</i> Gillies	nov-dez ¹	C. seco, C. úmido ⁴	Arenoso bem drenado ⁴	Litoral ⁴
<i>Lathyrus subulatus</i> Lam.	dez ¹	C. rupestre ¹⁰ , C. seco, C. úmido ¹⁷		Campanha, Depressão Central, Serra do Sudeste, Missões e Campos de Cima da Serra ¹⁷
<i>Macroptilium gibbosifolium</i> (Ortega) A. Delgado	out-nov ⁴	C. seco, C. úmido ⁴	Arenoso, fertilidade baixa, bem drenado, profundo ⁴	Litoral ⁴
<i>Macroptilium prostratum</i> (Benth.) Urb.	nov-mai ¹⁰	C. rupestre, C. seco, C. úmido ⁴	Textura e profundidade diversificada, fertilidade baixa, bem drenado ⁴	Campanha, Areais, Serra do Sudeste e Depressão Central ⁴
<i>Macroptilium psammodes</i> (Lind.) S.I. Drews & R.A. Palacios	nov-abr ⁴	C. Seco ⁴	Arenoso, fertilidade baixa, bem drenado, profundo ⁴	Litoral ⁴
<i>Rhynchosia corylifolia</i> Mart. ex Benth	fev ⁴	C. Seco C. úmido ⁴	Argiloso, arenoso, fertilidade alta, bem drenado ⁴	Serra do Sudeste e Depressão Central ⁴
<i>Rhynchosia diversifolia</i> Micheli	dez-abr ¹	C. Seco ⁴	Textura média, fertilidade baixa, bem drenado, raso ⁴	Serra do Sudeste ⁴

Espécie	Época de coleta	Ambiente	Solos	Região de ocorrência
<i>Stylosanthes leiocarpa</i> Vogel	nov-dez ⁴	C. seco e C. úmido ⁴	Amplo, exceto saturados ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Trifolium argentinense</i> Speg	out-dez ⁹	C. úmido ⁹		Campanha e Litoral ⁹
<i>Trifolium polymorphum</i> Poir.	nov-dez ¹	C. seco e C. úmido ⁴	Amplo, exceto saturados ⁴	Campanha e Serra do Sudeste ⁴
<i>Trifolium riograndense</i> Burkat	ago-nov ³	C. seco, C. úmido	Ácidos ⁹	Depressão central e principalmente norte do Estado ⁹
<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth	dez-mai ¹⁷	C. Úmido, banhado ⁴	Arenoso, fertilidade baixa, saturado, profundo ⁴	Litoral ⁴
<i>Zornia latifolia</i> Sm.	nov-mar ⁹	C. seco ¹⁷	Ácidos e pobres ⁹ . Arenosos ¹⁷	Campanha e Depressão Central ¹⁷
<i>Eleocharis bonariensis</i> Nees	jan-mar ¹	C. Úmido, banhado ⁴	Amplo, exceto bem drenado ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Eleocharis viridans</i> Kuk. ex Osten	março ⁴	C. Úmido, banhado C. seco, C. úmido, C. brejoso ⁴	Amplo, exceto bem drenado ou saturado permanente ⁴	Todo o bioma ⁴
<i>Rhynchospora Barrosiana</i> Guagl	ago-set ⁴	C. seco, C. úmido ⁴	Arenoso, bem drenado, raso ⁴	Serra do Sudeste e Litoral ⁴
<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl)	dez ⁴	C. rupestre, C. seco ⁴	Arenoso, baixa fertilidade, moderadamente drenado ⁴	Areais e Litoral ⁴
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link	abr ⁴	C. Úmido, banhado ⁴	Arenoso, saturado ⁴	Serra do Sudeste, Depressão e Litoral ⁴

Fonte:

¹Rosengurt, B. (1979) Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Universidad de la República. Uruguay.

² Rosengurt, B.; Arrelliga, B. R.; Izaguirre, P. (1970) Gramíneas uruguayas. Universidad de la República. Uruguay.

³ Coradin, L., Siminski, A., Reis, A. (2011) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Sul. Brasília, DF: MMA.

⁴ Guarino, E., Overbeck, G. E., Boldrini, I. I. *et al.* (2018). Espécies de plantas prioritárias para projetos de restauração ecológica em diferentes formações vegetais no bioma Pampa: primeira aproximação. Embrapa Clima Temperado-Documents (INFOTECA-E). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1098234>

⁵Observação pessoal dos autores

⁶ Marchi, M.M., Salles, J.M., Barbieri, R.L., Heiden, G. (2015) As gramíneas ornamentais nativas. In: Cores e formas no Bioma Pampa gramíneas ornamentais nativas. EMBRAPA.

⁷ Araújo, A. A. (1954). Culturas forrageiras. Série educativa. 3. Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio. 135 pág.

⁸ SpeciesLink (<https://specieslink.net/search/>)

⁹ Nabinger, C. e Dall'Agnol, M. (2019) Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos. Brasília: IBAMA. 132 p.

¹⁰ Setubal, R.B., Boldrini, I.I., Ferreira, P.M.A. (2011) Campos dos Morros de Porto Alegre. Igré.

¹¹ Welker, C.A.D. ; LONGHI-WAGNER, H. M. (2013) Sinopse do gênero *Schizachyrium* Nees (Poaceae-Andropogoneae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia. Série Botânica, v. 67, p. 199-223.

¹² CNCFloora. *Bothriochloa laguroides* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bothriochloa laguroides](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bothriochloa_laguroides)>. Acesso em 6 março 2023.

¹³ da Silva, L.N., Essi, L. (2020). *Cinnagrostis* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB620438>.

- ¹⁴ Boldrini, I.I., Bordignon, S.A.L., Borges, R.A.X., Vieira, M.S., Overbeck, G.E., Lange, O. (2019). Guia de Plantas campestres dos Aparados da Serra. Porto Alegre, Rede Campos Sulinos, UFRGS, 2019. 132p.
- ¹⁵ Boldrini, I.I.; Longhi-Wagner, H.M; Boechat, S.C. (2005) *Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses*. Porto Alegre: UFRGS.
- ¹⁶Barreto, I.L. O gênero *Paspalum* L. (Gramineae) no Rio Grande do Sul. (1974). 258f. Tese (Livre Docência) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ¹⁷ Miotto, S.T.S, Bortoluzzi, R.L.C., Iganci, J.R.V., Silveira, F.S. (2022). Leguminosae - Papilionoideae do Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre, 366p.: 148il.

Considerações finais

Este trabalho de pesquisa foi inspirado em relatos de colegas sobre a dificuldade de obtenção de sementes nativas para a execução dos projetos de recuperação ambiental e restauração ecológica nos diferentes biomas brasileiros.

Um problema central apontado era a legislação brasileira de sementes, supostamente restritiva ao exagerar em padrões e testes comuns no mercado agrícola. Dessa forma, tentamos verificar como outros países tratam alguns temas considerados pontos-chave na normatização da produção e comercialização de sementes nativas.

No decorrer da pesquisa notamos que também existem lacunas no regramento brasileiro, e que são apontados como temas importantes a serem observados a nível internacional, como a coleta de sementes na natureza e as zonas de transferência de sementes. Ainda, a exigência para produção e comercialização de misturas é limitante no Brasil, semelhante ao controle agrícola, e precisa avançar, em prol da biodiversidade.

Já o gargalo de credenciamento de laboratórios para análise de qualidade de lotes de sementes não foi notado em países com cadeia produtiva desenvolvida, mas o Brasil possui peculiaridades de uma cadeia produtiva com forte envolvimento comunitário e pequenos empreendimentos, o que torna essa produção um cliente menos atrativo aos laboratórios que conseguem enfrentar o processo de credenciamento.

Para todos estes pontos sugerimos possíveis avanços na normatização brasileira levando em conta práticas de outros países, mas os quais precisarão ser discutidos a nível de gestão com ampla participação dos atores envolvidos, pois cada país possui sua realidade. Uma premissa precisa ser observada. O controle e exigências para a produção e comercialização de sementes nativas para restauração ecológica não deve seguir a padronização esperada para as sementes agrícolas.

Contudo, notamos que a produção de sementes nativas possui um gargalo maior do que a legislação, que é a fraca e inconstante demanda, à medida que grandes programas nacionais como o Programa de Regularização ambiental (PRA) e o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG) não saíram do papel. Não encontramos registro de cadeia produtiva de sementes nativas no mundo que tenha se desenvolvido sem uma demanda firme e constante, muitas vezes ligadas a programas governamentais de apoio.

Nesse sentido, buscamos ainda contribuir com um levantamento de demanda potencial para iniciar a restauração de campos nativos do Pampa numa escala espacial maior, que seriam as áreas públicas degradadas como alvo de restauração. Para isso, buscamos dados

junto a gestores destas áreas e literatura disponível, onde trouxemos um dado que indica haver terras disponíveis para tal, algumas de altíssima prioridade, como as unidades de conservação federais e estaduais. Essa demanda não substitui a gigantesca área de passivo ambiental das propriedades rurais particulares, mas pode ser um interessante caso preparatório e estruturante.

E ainda, trabalhando outro gargalo muito comentado no Rio Grande do Sul, que é a falta de sementes para restauração dos campos do Pampa, buscamos contribuir com dados de frutificação de espécies campestres, fomentando a ideia de que devemos, num primeiro momento, buscar as sementes nos remanescentes campestres, seja de forma manual ou mecanizada.

Assim, entendemos que contribuimos com informações que podem ajudar na discussão de revisão de normas de produção e comercialização de sementes nativas a nível nacional, bem como com dados que indicam ser possível iniciarmos a restauração de áreas maiores nos campos no bioma Pampa, avançando em pesquisa e prática, pois são muitas as perguntas a serem respondidas, ao mesmo tempo que a restauração é urgente.