

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÕES NECESSÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE FLORESTAS POR MEIO DO PLANTIO DE MUDAS, SEMEADURA DIRETA MANUAL E SEMEADURA DIRETA MECANIZADA

BRUNO SCHEFFER DEL PINO¹; ARTUR RAMOS MOLINA²; MARCOS JARDEL MATIAS SOARES³; FREDERICO DE CASTRO MAYER⁴; ÂNGELO VIEIRA DOS REIS⁵; ERNESTINO DE SOUZA GOMES GUARINO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – bruno.delpino@gmail.com

²Universidade Federal de Minas Gerais – artur.molina96@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – marcjardelmat@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas - mayerfred7@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - areis@ufpel.edu.br

⁶Embrapa Clima Temperado - ernestino.guarino@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

No atual cenário de aquecimento global, a crise climática está se tornando uma preocupação cada vez mais alarmante. Os desastres ambientais estão acontecendo de maneira mais recorrente e intensa. Dentro desse contexto, a Organização das Nações Unidas instaurou em 2019 a década de 2021-2030 a Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas (ONU, 2019).

A restauração ecológica é a ciência e a prática que busca incluir biodiversidade para a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, para impulsionar os processos ecológicos, levando em conta valores econômicos e sociais (SER, 2004). Essa ciência estuda as ferramentas e métodos para tornar os ambientes degradados novamente propícios para a manutenção da flora e da fauna locais.

Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para restaurar ambientes antropizados, tanto técnicas passivas como a regeneração natural, ou ativas, como plantio de mudas, semeadura direta, transposição de solo, entre outras (BRANCALION et al., 2009). A técnica mais utilizada para a realização da restauração ecológica de florestas é o plantio de mudas em área total, mas é também a que tem o custo mais elevado (COLE et al. 2011; SILVA, et al. 2015).

A técnica de semeadura direta, além de ser eficiente, também é mais econômica quando comparada ao plantio de mudas (DURIGAN et al., 2013). Para sua realização não são necessárias algumas das fases que tornam o plantio de mudas mais caro, como a produção de mudas em viveiros e o seu transporte até a área a ser plantada (DOUST et al., 2006). A semeadura direta ainda apresenta vantagens ecológicas, por se aproximar de áreas de sucessão secundária com relação a alta densidade de indivíduos estabelecidos (SILVA & VIEIRA, 2017).

Entendendo a necessidade de estudar a restauração ecológica para recompor áreas de vegetação nativa, o presente estudo buscou avaliar os custos e os processos necessários para a restauração de florestas na região do Extremo Sul do Rio Grande do Sul. Por isso, os objetivos do presente trabalho foram estudar os processos necessários para aplicação das técnicas de plantio de mudas e de semeadura direta manual e mecanizada para restauração ecológica, e levantar os custos para a realização de cada uma delas.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de revisão bibliográfica e avaliação de experimentos em campo. A revisão bibliográfica foi realizada na plataforma Google Scholar para buscar trabalhos realizados com plantio de mudas para restauração florestal. Por meio da revisão foi possível levantar os custos e os processos necessários para a realização do plantio de mudas em área total.

Para a semeadura direta, o levantamento dos custos e processos foram feitos utilizando dados de campo. Foram avaliados experimentos de semeadura manual e mecanizada ao longo de um ano, para verificar quantos indivíduos por hectare foi possível estabelecer nesse período com cada uma das técnicas. As sementes das espécies florestais utilizadas foram adquiridas junto ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) - Centro Estadual de Diagnóstico e Pesquisa Florestal – CEFLOP.

Os experimentos foram realizados na Estação Experimental Cascata, da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. A semeadura manual foi implantada no ano de 2021 e contou com 17 espécies de plantas arbustivas e arbóreas. A semeadura mecanizada foi implantada no ano de 2023 e contou com 16 espécies arbustivas e arbóreas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As operações necessárias para a realização da semeadura direta manual foram o preparo do solo com trator agrícola (aração, gradagem, adubação), a semeadura de arbóreas e a manutenção das plantas espontâneas com roçadeira em trator agrícola. Para a semeadura mecanizada as operações necessárias também contaram com preparo do solo utilizando trator agrícola (aração, gradagem, adubação), além da semeadura mecanizada de arbóreas com semeadora Fankhauser modelo 1007.

Para o plantio de mudas, as operações necessárias para a implantação ocorrem em diferentes fases. A primeira fase se dá no viveiro, onde são feitas as mudas. No viveiro elas recebem manutenção e, de lá, são transportadas para a área a ser restaurada (DOUST et al., 2006). Na área de implantação é realizado o preparo do solo com trator agrícola (aração, gradagem, adubação). Além disso, deve-se fazer a abertura de covas para o plantio das mudas (MIURA et al., 2022).

O plantio de mudas é planejado para implantar o total de 1666 indivíduos por hectare. A técnica de semeadura direta busca superar essa quantidade de indivíduos, para ao longo do tempo manter uma alta população de plantas. Os custos totais de ambas as técnicas foram sintetizados levando em conta todas as operações necessárias para as respectivas implantações e a quantidade final de indivíduos por hectare em cada uma delas, para entender o custo total por indivíduo (Tabela 1).

Tabela 1: Total de indivíduos e custos por hectare e por indivíduos para as técnicas de plantio de mudas, semeadura manual e mecanizada

	Nº indivíduos/ha	Custo/ha (\$)	Custo por indivíduo (\$)
Plantio de mudas	1666	21.195,00	12,72
Semeadura manual	30000	8.857,44	0,29
Semeadura mecanizada	3163,5	3.127,00	0,99

A técnica com menor custo de implantação em área total foi a semeadura direta mecanizada para restauração. Mesmo assim, o menor número de indivíduos tornou o custo por indivíduos mais alto com relação a semeadura manual. Com a semeadura direta mecanizada foi possível superar o número de indivíduos por hectare comparado ao plantio de mudas, também verificado por Campos-filho et al (2013). Mesmo assim, obteve valores inferiores aos obtidos com a semeadura manual, que alcançou altas taxas de indivíduos. As altas taxas de indivíduos alcançadas com o uso da semeadura direta manual também foram relatadas por SOVU et al (2010), MELI et al (2018) e SILVA & VIEIRA (2017).

Foi possível observar que a técnica com valor mais elevado para implantação é o plantio de mudas em área total, corroborando com resultados encontrados por SILVA et al (2015). Além disso, foi a técnica que obteve o menor número de indivíduos por hectare.

4. CONCLUSÕES

A técnica de semeadura direta, tanto manual quanto mecanizada, se apresenta como uma boa opção para restauração ecológica de florestas no estado do Rio Grande do Sul. Além de serem ecologicamente eficientes, são economicamente mais viáveis comparadas com o plantio de mudas, técnica mais utilizada atualmente (SILVA, et al. 2015).

Devido ao menor investimento em área total proporcionado pelo uso da semeadura direta mecanizada, essa técnica deve ser mais estudada para aprimorar sua capacidade de recrutamento de indivíduos para restauração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCALION, P. H. S, et. al. **Ensaio em Biociências**. Botucatu: Instituto de Biociências - Unesp, 2009. p.24- 30.

CAMPOS FILHO, E. M.; COSTA, J. N. M. N. da; SOUSA, O. L. de; JUNQUEIRA, R. G. P. Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 32, p. 702-727, 2013.

COLE, R. J., et al. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1590-1597, 2011.

DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 234, n. 1-3, p. 333-343, 2006.

DURIGAN, G., GUERIN, N. & COSTA, J. N. M. N. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: motivations, engagement, challenges and perspectives. **Phil Trans R Soc B**, v. 368, p. 1-9, 2013.

MELI, P. et al. Optimizing seeding density of fast-growing native trees for restoring the Brazilian Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 2, p. 212-219, 2018.

MIURA, A. K. et al. Custos básico da Restauração Ecológica no Bioma Pampa. **Cadernos de Agroecologia**, v. 17, n. 3, 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030)**, 2019. Acessado em 18 set. 2024. Online. Disponível em: <https://documents-ddsny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N19/060/16/PDF/N1906016.pdf?OpenElement>.

SILVA, K.A. et. al. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.39, n.5, p.811- 820, 2015

SILVA, R. R. P.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeding of 16 Brazilian savanna trees: responses to seed burial, mulching and an invasive grass. **Applied Vegetation Science**, v. 20, n. 3, p. 410-421, 2017.

SOVU et al. Restoration of former grazing lands in the highlands of Laos using direct seeding of four native tree species: seedling establishment and growth performance. **Mountain Research and Development**, v. 30, n. 3, p. 232-243, 2010.