



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**EDÉZIO MIRANDA**

**SEMEADURA DIRETA DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DECLIVOSA NO  
MUNICÍPIO DE PARACAMBI-RJ**

Prof. Dr. Juliana Muller Freire  
Orientadora

Maxmiller Cardoso Ferreira  
Co-orientador

SEROPÉDICA, RJ  
Dezembro – 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**EDÉZIO MIRANDA**

**SEMEADURA DIRETA DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DECLIVOSA NO  
MUNICÍPIO DE PARACAMBI-RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. Juliana Muller Freire  
Orientadora

Maxmiller Cardoso Ferreira  
Co-orientador

SEROPÉDICA, RJ  
Dezembro – 2021

**SEMEADURA DIRETA DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DECLIVOSA NO  
MUNICÍPIO DE PARACAMBI-RJ**

**EDÉZIO MIRANDA**

APROVADA EM: 15 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

---

Pesquisadora. Dr. Juliana Muller Freire – EMBRAPA  
Orientadora

---

Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero – UFRRJ  
Membro

---

Luiz Fernando Duarte de Moraes – EMBRAPA  
Membro

*Dedico essa obra a minha mãe. A mulher maravilhosa que sempre acreditou no filho, e que merece todo amor do mundo.*

*Te amo mãe.*

## AGRADECIMENTOS

Venho através dessas palavras, agradecer imensamente minha Mãe por todo esforço e apoio, e também tudo o que foi vivido nesse momento da existência. Esse mesmo momento que proporcionou um avanço na consciência através dos aprendizados, das amizades, de professores e pesquisadores inspiradores, não apenas os docentes, mas também os técnicos, funcionários e mestres agricultores e agricultoras com quem tive a oportunidade de aprender muito.

Agradeço a “Mãe” Rural, mais conhecida como Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por todos os recursos que uma universidade pública pode oferecer para enriquecer o conhecimento de cada indivíduo e assim se tornarem verdadeiros cidadãos.

As festas, as conversas, os almoços, a cervejinha, o chazinho da tarde, os batuques do maracatu, aaaa o maracatu do Baque da Seda!! Tantos momentos que vão ficar pra história e também levarei comigo.

Falta me palavras para definir a imensa gratidão que tenho pelo Grupo de Agricultura Ecológica, o despertar em meio ao caos, uma luz que clareou os caminhos, aos companheiros e companheiras Gaeatos, muito obrigado!

Agradeço especialmente a minha companheira, que me apoiou imensamente pra esse trabalho acontecer.

São tantos e tantas que gostaria de agradecer que nem mil páginas seriam o suficiente, mas registro aqui o carinho e agradecimento enorme a todos e todas que ajudaram e trabalharam para fazer com que fosse possível realizar esse experimento, assim como aqueles e aquelas que proporcionaram trocas e vivências incríveis durante essa jornada pela Universidade Rural.

## RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o preparo do solo e a densidade de sementes no sucesso do estabelecimento de 10 espécies arbóreas nativas pelo método de semeadura direta em área degradada declivosa do bioma Mata Atlântica. Os tratamentos fizeram parte de um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2x2 com 4 repetições testando dois tipos de preparo do solo, com (C) e sem (S) terraceamento e duas densidades de sementes, 15 (D1) e 30 (D2) vezes o número de sementes para se obter o estabelecimento de indivíduos. O plantio foi realizado em linhas orientadas por curva de nível demarcada e espaçadas a cada 3 metros. As sementes de tamanho pequeno obtiveram menores taxas de estabelecimento comparado as sementes grandes. O preparo do solo com terraceamento nesse estudo não favoreceu a emergência, sendo o preparo do solo sem terraço em linhas o que apresentou maiores taxas de emergência no período de um ano. A maior densidade de sementes D2 teve desempenho menor do que D1 na taxa de emergência em campo, o que pode indicar que mesmo a semeadura direta tendo bons resultados com a utilização de grandes quantidades de sementes, essas quando em excesso, podem causar competição interespecífica prejudicando o crescimento e sobrevivência das plântulas. Das 10 espécies utilizadas, 7 foram observadas em campo, sendo *Hymenaea courbaril* (17,74 a 38,33 %), *Anadenanthera colubrina* (13,9% a 22,80%) e *Centrolobium tomentosum* (5% a 15%) as que apresentaram as maiores taxas de emergência em campo. A semeadura direta apresentou resultados satisfatórios com uso de sementes grandes e densidades adequadas acompanhado do preparo do solo sem terraceamento na área declivosa estudada.

**Palavras-chave:** Restauração ecológica, Sementes nativas, Emergência em campo, Terraceamento.

## ABSTRACT

This work was carried out with the objective of evaluating the soil preparation and seed density in the success of the establishment of 10 native tree species by the direct seeding method in a sloping area. The treatments were part of a randomized block design in a 2x2 factorial scheme with 4 repetitions, testing two types of soil preparation, with (C) and without (S) terracing and two seed densities, 15 (D1) and 30 (D2) times the number of seeds to obtain the establishment of individuals. The planting was done in rows oriented by a demarcated contour line spaced every 3 meters. Small seeds had lower establishment rates compared to large seeds. The soil preparation with terracing in this study did not favor emergence, and the soil preparation without terracing in rows showed higher rates of emergence in the period of one year. The highest seed density D2 had a lower performance than D1 in the field emergence rate, which may indicate that even though direct sowing has good results with the use of large quantities of seeds, these when in excess, can cause interspecific competition harming the growth and survival of seedlings. Of the 10 species used, 7 were observed in the field, and *Hymenaea courbaril* (17.74 to 38.33%), *Anadenanthera colubrina* (13.9% to 22.80%) and *Centropogon tomentosum* (5% to 15%) showed the highest rates of emergence in the field. Direct seeding showed satisfactory results with the use of large seeds and adequate densities accompanied by soil preparation without terracing in sloping areas.

**Keywords:** Ecological Restoration, Native seeds, Emergence in the field, Terracing

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
2.1. CARACTERIZAÇÃO E PREPARO DA ÁREA DO EXPERIMENTO .....	4
2.2. ESPÉCIES UTILIZADAS .....	6
2.3. DESENHO EXPERIMENTAL .....	7
2.4. AVALIAÇÃO DA EMERGÊNCIA .....	9
2.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	10
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>10</b>
3.1. ANÁLISE GERAL DA EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS.....	10
3.2. RENDIMENTO DAS ESPÉCIES EM CAMPO .....	14
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Em 2021 iniciou-se a década da Restauração de Ecossistemas, declarada pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2019. O Brasil tem papel fundamental nesse momento histórico, por ser um país de referência na conservação da biodiversidade e um dos únicos países a estabelecer normas para restauração ecológica (Duringan et al., 2010). Estas normas estão previstas em diversas leis, com destaque para a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) nº 12.651/2012, alterada pela Lei nº 12.727/2012, considerada uma das mais inovadoras e visionárias do planeta (Calmon, 2021) e alinhada à demanda global da restauração de ecossistemas (Aronson & Alexander 2013, Menz et al. 2013, Díaz et al. 2015).

Ainda assim, a LPVN reduziu as áreas protegidas de vegetação nativa em 41 Mha de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs) que deveriam ser restauradas de acordo com o antigo Código Florestal Lei 4.771/1965 (Guidotti et al. 2017). Um dos fatores que contribuíram para isso foram as concessões de anistia para o desmatamento ilegal de propriedades rurais anterior a 2008, permitindo a redução das áreas de RLs e APPs que são exigidas a todos os imóveis rurais (Brançalion et al. 2016). Isso fez com que o déficit de áreas de vegetação nativa a serem restauradas no país entre APPs e RLs atingisse 19,4 Mha (Guidotti et al. 2017). Ainda assim, os alertas de desmatamento no Brasil continuam crescendo, de acordo com o Relatório anual do desmatamento publicado pelo MapBiomas (2021) entre o ano de 2019 e 2020 foram desmatados 1,385 Mha nos diferentes biomas.

Neste contexto, a restauração ecológica é uma ferramenta fundamental para reverter esses processos de degradação ambiental (Santos, 2004). A restauração ecológica é o processo que auxilia a recuperar os ecossistemas perturbados, degradados ou destruídos, buscando retornar os processos ecológicos que irão restabelecer a sustentabilidade e o equilíbrio ecológico do ecossistema (SER, 2004). A restauração deve gerar bens e serviços ecossistêmicos (Brançalion et al., 2010), e para ser bem-sucedida, deve ser efetiva, eficiente e participativa (Keenleyside et al. 2012; Holl & Brançalion, 2020), considerando a vegetação nativa e o contexto sociocultural da região para se escolher a melhor maneira de realizar a restauração, de forma que seja viável ecológica e economicamente, envolvendo os atores locais (Holl, 2017; Shoo et al., 2017; Costa, 2020). Um dos métodos que mostra-se como alternativa para restauração ecológica é a semeadura direta, tendo a técnica mais utilizada conhecida por “Muvuca de Sementes” (Santos Júnior et al., 2004; Ferreira et al., 2009; Bonilla-moheno e Holl, 2010; Campos-Filho, 2013; Pellizzaro et al., 2017; Silva e Vieira, 2017). A semeadura direta

(SD) tem se expandido como método de restauração ecológica em áreas degradadas com baixo potencial de regeneração natural no Brasil (Antoniazzi et al. 2021), se tornando uma alternativa promissora e economicamente viável para implementação em larga escala (Campos-Filho et al., 2013).

Seus primeiros resultados demonstram custos reduzidos e sucesso ecológico, destacando-se por ser um método que utiliza grandes quantidades de sementes, e portanto com potencial de gerar oportunidades de trabalho e renda para comunidades locais na produção de sementes nativas (Vieira et al. 2020). A alta demanda por sementes devido às ações de restauração ecológica, principalmente pelo método de SD, estimula a produção de sementes nativas por rede de coletores e coletoras de sementes formadas por comunidades locais, que envolvem indígenas, comunidades tradicionais, e agricultores familiares (Urzedo et al., 2015; Antoniazzi et al., 2021; Berte et al., 2021). Dessa forma, o modelo comunitário em rede da produção de sementes, agrega benefícios socioeconômicos possibilitando a produção de sementes nativas em larga escala com diversidade genética (Schmidt et al., 2019).

Esse formato de organização é importante para garantir a disponibilidade das sementes com qualidade suficiente para atender a demanda da restauração ecológica (Doust et al., 2008; Urzedo et al., 2016). O método de SD consiste em semear espécies diretamente no solo da área a ser restaurada para que elas germinem e as plântulas se estabeleçam no próprio local (Consolaro et al. 2019). Para fitofisionomia de florestas é comum ser utilizado uma mistura de espécies leguminosas anuais e subperenes (adubos verdes) junto às espécies florestais de fases sucessionais diferentes (Urzedo, 2016). Uma das grandes vantagens do método, é a sua capacidade de ser adaptado a diferentes situações, podendo ser realizado em linhas, a lanço ou em covetas, em diferentes espaçamentos que podem refletir na estrutura da vegetação a ser estabelecida, assim como na densidade de sementes a serem semeadas (Barnett e Baker, 1991), podendo ser realizada em áreas degradadas de difícil acesso (Barnett; Baker, 1991; Mattei, 1995) e de forma mecanizada utilizando maquinários agrícolas (Campos-Filho et al. 2013; Sampaio et al., 2015).

A quantidade de sementes utilizada varia de 20 a 80 kg/ha de acordo com a técnica empregada (Vieira et al. 2020). Em experiências na Bacia do Rio Xingu-MT, Campos-Filho et al. (2013) obtiveram bons resultados utilizando de 30 a 40 kg/ha de uma mistura de sementes de 80 a 100 espécies com 250 a 300 mil sementes/ha. Porém, o número de espécies pode variar de 10 a 100 espécies de acordo com a disponibilidade de sementes (Campos-Filho et al., 2013; Sampaio et al., 2019). A escolha das espécies se fundamenta no conceito de sucessão ecológica,

com base nos ciclos de vida de forma ordenada, e na dinâmica de entrada e saída dos indivíduos no sistema nas diferentes fases sucessionais (Vieira et al. 2020). Diversas espécies tem sido utilizadas com sucesso na semeadura direta (Silva; Vieira 2017; Pelizzaro et al. 2017; Miranda et al. 2020), destacando-se as que possuem sementes grandes, e que resultam em uma melhor emergência e estabelecimento em relação as sementes pequenas e recalcitrantes (Doust et al., 2006; Ferreira et al., 2009; Silva; Vieira 2017; Pelizzaro et al. 2017). No caso das sementes recalcitrantes, essas são menos utilizadas na SD por não tolerarem o armazenamento por mais tempo (Rodrigues et al. 2019), sendo mais vantajosa a introdução dessas espécies pelo plantio feito por mudas. O sucesso do estabelecimento das espécies em campo é influenciado pelo preparo do solo adequado, pela profundidade de semeadura, evitando soterrar as sementes, e pelo controle de espécies indesejadas, como gramíneas invasoras (Silva; Vieira, 2017).

Os custos da SD por hectare são menores quando comparados ao plantio de mudas, utilizando-se espécies que possuem sementes ortodoxas e que permitem um armazenamento por um período maior (Meli, 2017; Souza & Angel, 2018; Raupp et al., 2020). Em trabalho realizado por Raupp et. al (2020) verificou-se que as sementes representam de 27 a 65% dos custos, variando de acordo com os cenários de sucesso ou insucesso respectivamente dos plantios (Raupp et al., 2020). Embora o uso do método venha crescendo, as informações ainda são limitadas sobre o desempenho de algumas espécies e a densidades ideal de sementes junto aos procedimentos técnicos para permitir a semeadura com uma ampla variedade de espécies (Meli et al. 2017). O relevo na Mata Atlântica na região do estado do Rio de Janeiro é caracterizado por serras e escarpas de alta declividade (Pereira, 2009), sendo solos mais susceptíveis a erosão e maior tendência a se degradar por processos resultantes das ações humanas e naturais (Salomão et al. 2020). Uma prática conservacionista muito utilizada é o terraceamento, manejo eficiente quando integrado com o preparo do solo adequado, o cultivo apropriado e a manutenção da cobertura do solo (Dorren e Rey, 2004). As práticas de terraceamento são utilizadas historicamente nas atividades agrícolas para reduzir a erosão do solo de encostas (Tarolli et al., 2018). No Brasil, os terraços de infiltração são os mais utilizados, com o objetivo de reter mais água de forma que infiltre gradativamente no solo (Freitas, 2020).

O presente estudo buscou avaliar o sucesso de estabelecimento de 10 espécies nativas pelo método de semeadura direta em área declivosa, buscando-se entender as seguintes questões: 1) A densidade de sementes pode afetar o estabelecimento das espécies nativas arbóreas utilizando o método de semeadura direta? 2) O uso de terraceamento para o preparo

do solo em áreas declivosas favorece o estabelecimento das espécies por meio do método de semeadura direta?

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização e preparo da área do experimento

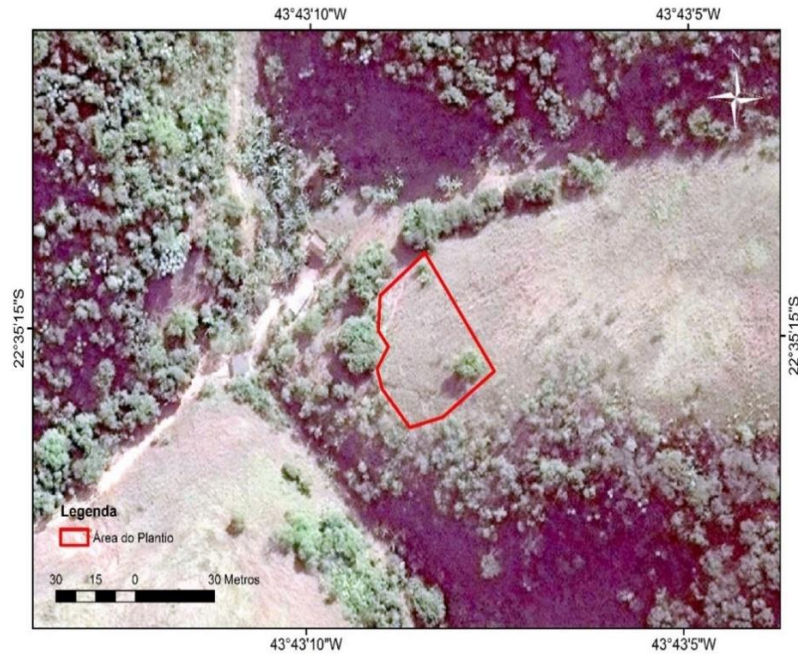
A área do projeto fica localizada no Sítio Invernada, município de Paracambi-RJ, e possui divisa com o Parque Natural Municipal do Curió, sendo este parte do corredor ecológico de biodiversidade Bocaina-Tinguá (SEMA-DES, 2010). O clima é quente e úmido, enquadrando-se a classificação do tipo Aw (Köppen, 1948). A temperatura média na estação fria é de 18° C com pluviosidade média anual de 1454 mm, sendo o período de outubro a março os de maior precipitação. O solo predominante da região é o Latossolo vermelho distrófico, o qual possui como característica atributos da fertilidade com deficiência em fósforo e magnésio (EMBRAPA, 2006). Uma amostra composta de solo foi submetida a análise no Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto de Agronomia da UFRRJ, atestando a deficiência de fósforo e magnésio, cujos resultados são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da análise de fertilidade na área do experimento no Sítio Invernada, Paracambi-RJ.

Profundidade	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	T	V	C <sub>org</sub>	M <sub>org</sub>
cm	H <sub>2</sub> O	mg L <sup>-1</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%		
0 - 20	5,11	2	15	0,13	1,1	6,6	0,75	2,44	9,04	27	2,75	4,75

A fitofisionomia de referência é a Floresta Estacional Semidecidual, embora o histórico de uso da área se deu para produção agrícola nos anos 1960 e mais recentemente para pastagem de animais, de acordo com relato do proprietário. O experimento abrange uma área de 550 m<sup>2</sup> conforme apresentado na figura 1. O preparo do solo e a semeadura aconteceram nos dias 02/11/2018 e 03/11/2019, por meio de capina manual e semi-mecanizada com uso de enxada e roçadeira costal para remoção das gramíneas invasoras. Pela área ser uma encosta com declividade inclinada (20 a 45%), foram demarcadas curvas de nível, sendo utilizado o método da mangueira para medir o nível, no qual a mesma é preenchida com água e cada extremidade da mangueira é fixada em uma baliza milimetrada que orienta a demarcação, feita a cada 2 metros a partir da linha principal de orientação demarcada, com cada ponto marcado com uma estaca de bambu. A técnica de plantio foi realizada em linhas, preparadas com o uso de enxadas, seguindo a demarcação de nível como referência, tendo, cada linha 8 metros de comprimento, e espaçadas a cada 3 metros. As sementes foram separadas em recipientes com as quantidades

baseadas em quilograma de cada tratamento para cada linha de plantio. Foram semeadas todas as espécies ao mesmo tempo em uma profundidade superficial, com recobrimento de camada de 2-5 cm de solo do próprio local.

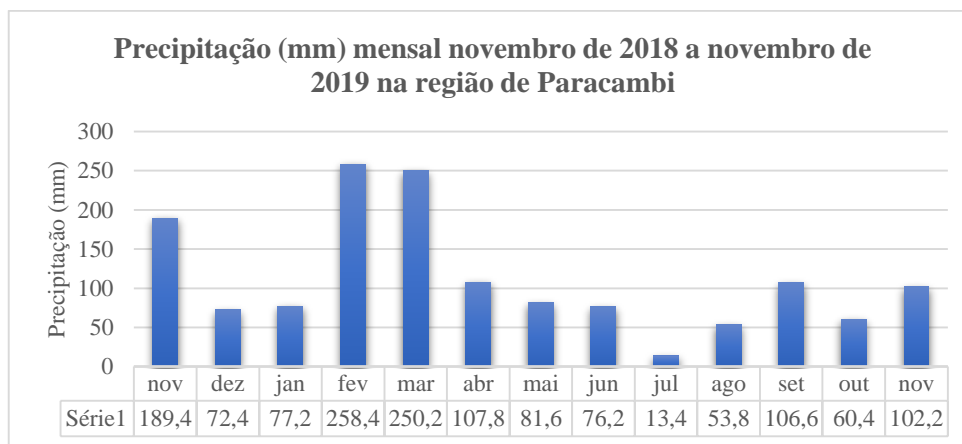


**Figura 1.** Área do experimento em morro íngreme e pastagem degradada para implantação do experimento com semeadura direta. Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).



**Figura 2.** Preparo do experimento em campo (A). Demarcação das curvas de nível (B). Preparo do terraço com enxada manual (C e D). Detalhe do preparo do solo com e sem terraço.

No período de um ano após o plantio ocorreu uma precipitação de 1450 mm. Os meses de fevereiro a março tiveram maior precipitação, conforme apresentado na figura 3, e o período mais seco ocorreu entre os meses de dezembro a janeiro, caracterizado pelo período de estiagem comum na região, e julho a agosto que compreende o período seco do inverno.



**Figura 3.** Distribuição mensal da precipitação da região próxima de Paracambi entre 2018 e 2019.  
Fonte: Adaptado dos dados INMET, 2019.

## 2.2. Espécies utilizadas

Foram selecionadas 10 espécies nativas de diferentes grupos ecológicos, cuja a escolha foi baseada na disponibilidade de sementes no período de coleta. A coleta das sementes foi feita em matrizes localizadas no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, entre os meses de maio a outubro de 2018. Também obteve-se sementes por meio de doações do Viveiro de Mudanças Florestais do Instituto de Florestas da UFRRJ e do programa Replantando Vida da Companhia Estadual de Águas e Esgotos –CEDAE. As sementes foram submetidas a análise no Laboratório de Leguminosas Arbóreas da Embrapa Agrobiologia, obtendo-se a taxa de germinação e o número de sementes/kg sementes (Tabela 2), seguindo a Instrução Normativa para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013; 2017).

Para as espécies com necessidade de quebra de dormência das sementes, optou-se por métodos de fácil aplicação: imersão em água por 12 horas (IA12); imersão em água por 48 horas (IA48) e choque térmico com água a 70°C (CT70), de maneira que os procedimentos fossem repetidos na implantação do experimento em campo, adaptado com base nas instruções apresentadas por Mori et al (2012).



**Tabela 2.** Espécies de árvores nativas utilizadas no experimento com base em outros autores e neste estudo. Número de sementes por kg, massa da semente em mg (M), taxa de germinação obtida no teste de laboratório (GL) e Literatura (GLi), e Método de superação de dormência (MSD). Imersão em água por 12 horas (IA12); imersão em água por 48 horas (IA48) e choque térmico com água a 70°C (CT70).

Família	Espécies	Nº sem./kg	M (mg)	GL %	GLi %	MSD
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	9.588	104,3	71	50	IA12
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr	18.750	53,33	75	50	CT70
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	41.644	24,01	19	30	IA12
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth	94	10.638,3	-	80	IA48
Bignoniaceae	<i>Cibistax anthisyphilitica</i> (Mart.) Mart	63.171	15,83	0	40	-
Fabaceae	<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	10.982	91,06	26	50	-
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	2.097	476,87	43	60	CT70
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	129.422	7,73	44	50	CT70
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	254	3.937,01	33	80	CT70
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	22.606	44,24	0	50	-



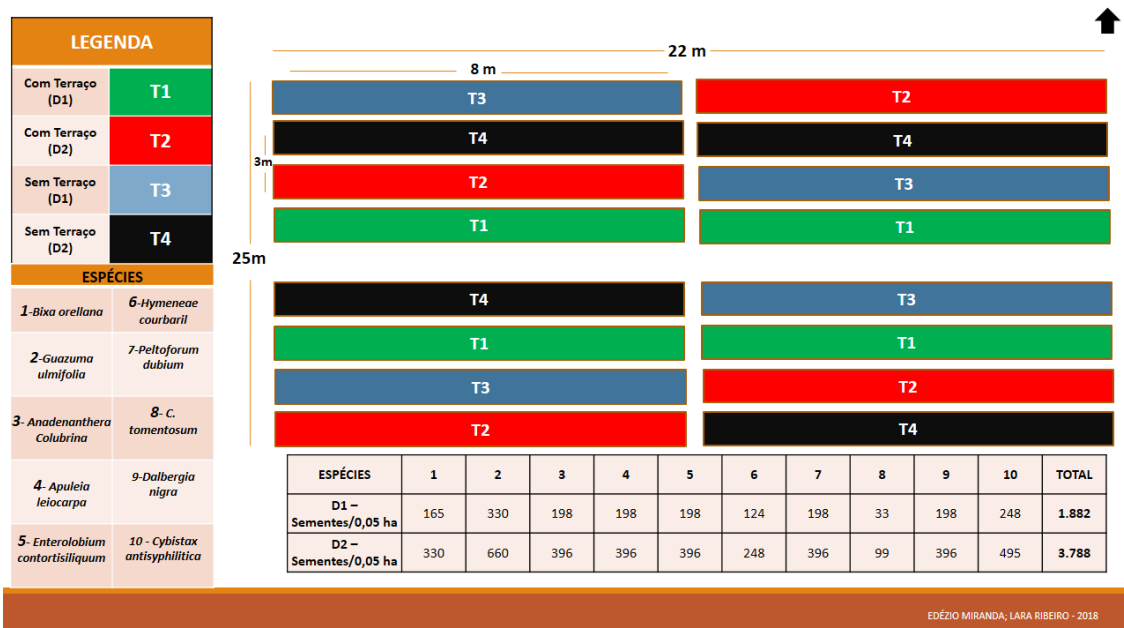
**Figura 4.** (A) Sementes de 10 espécies nativas separadas para o plantio. (B) Teste de germinação realizado em laboratório.

### 2.3. Desenho experimental

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, tendo 4 repetições, representadas por 4 linhas de plantio por bloco em esquema fatorial 2x2. Os tratamentos constituíram de dois tipos de densidade de sementes, sendo 15 (D1) e 30 (D2) vezes o número de sementes para se obter o estabelecimento de indivíduos, exceto para a espécie *Centrolobium tomentosum*, que devido à baixa disponibilidade de sementes, utilizou-se uma densidade de 3 (D1) e 9 (D2) vezes, tendo como base a taxa de germinação encontrada na literatura de Lorenzi (1992, 1998, 2009) e Mori et al (2012).

Para a densidade foi adotado o cálculo semelhante ao proposto por Isernhagen (2010). Para este estudo utilizamos como referência 125 ind. hectare para cada uma das 10 espécies, afim de alcançar 1250 individuo por hectare, valor que é indicado como adequado pela resolução INEA nº 143/2017 do estado do Rio de Janeiro em fitofisionomias de floresta estacional semidecidual (Exemplo: *H. courbaril* possui 254 sementes por kilo com uma germinação de 80%, sendo necessária 156 sementes para se obter 125 ind./ha; para o tratamento D2 foram utilizadas  $30 \times 156 = 4680$  sementes/ha). As sementes foram semeadas em linhas, para densidade D1 foram em média 30 sementes/m.linear de nativas e para D2 60 sementes/m.linear, para todas as linhas foi padronizado o plantio de 6 sementes/m.linear de adubação verde (3 sementes de *Canavalia ensiformis* e 3 sementes de *Cajanus Cajan*). As espécies de adubação verde tem seu uso indicado por terem o potencial de auxiliar na rápida cobertura do solo, no controle da competição com espécies invasoras, desempenhando um papel de melhorar as condições para o desenvolvimento inicial das plantas (Isernhagen et al. 2014; Freitag et al. 2018; Souza et al. 2021).

O outro fator testado foi o tratamento com dois tipos de preparo do solo, com (C) e sem (S) terraceamento, sendo o terraceamento uma construção disposta transversalmente à declividade do terreno, formando obstáculos físicos com a intenção de reduzir a velocidade do escoamento superficial e ordenar o movimento da água sobre a superfície do terreno (Miranda et al., 2004). A figura 3 apresenta o desenho experimental da área.

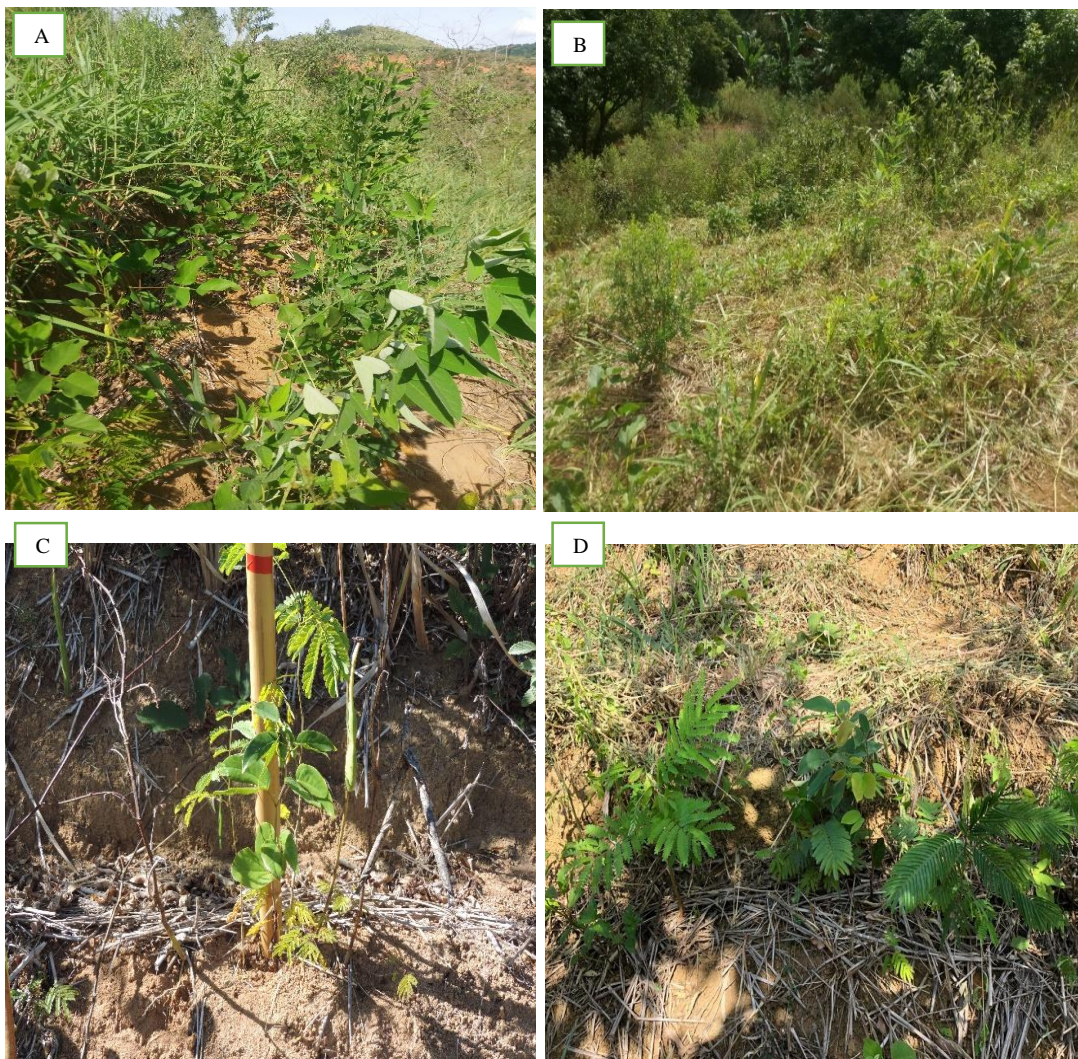


**Figura 5.** Croqui da área de plantio com as espécies utilizadas e os tratamentos utilizados com e sem terraceamento e densidade de sementes D1 e D2 para 0,05 ha. Fonte: Elaborado pelo autor.



## 2.4. Avaliação da emergência

O monitoramento da emergência das plântulas compreendeu o período de 1 ano, tendo sido realizadas avaliações aos 45 dias após semeadura (DAS), 90 DAS, 180 DAS, 270 DAS e 360 DAS. Nas avaliações eram contadas dentro de cada parcela todas as plântulas nativas semeadas, e efetuada a identificação dos indivíduos das plântulas em campo. Os dados avaliados foram a densidade e riqueza de plântulas. Foram realizadas operações manuais e semi-mecanizada, para manutenção da área, com cinco intervenções de roçadas com roçadeira costal e capinas seletivas manuais com enxada e foice de arroz para controle de gramíneas invasoras nos meses de intervalo entre as avaliações.



**Figura 6.** (A). Linha de plantio com adubação verde e plântulas ao centro, nota-se gramíneas invasoras apenas nas entrelinhas; (B). Vista superior das área do experimento com as linhas de plantio após capina seletiva das espécies invasoras; (C). Espécies observadas aos 180 dias após semeadura; (D). Espécies observadas aos 360 dias após a semeadura.

## 2.5. Análise dos dados

As análises foram realizadas no programa R, utilizando modelo linear generalizado misto, tendo os blocos como efeito aleatório e distribuição binomial. Foram testados o efeito do estabelecimento em função da forma de plantio, densidade de sementeira e tempo. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Análise geral da emergência das plântulas

A interação entre os fatores preparo do solo x densidade de sementeira apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade (Tabela 3). O preparo do solo e a densidade afetaram a emergência das sementes, sendo o preparo sem terraceamento (S) e a menor densidade de sementes (D1), juntos, os tratamentos que mais favoreceram a emergência. Já o preparo com e sem terraceamento com a maior densidade de sementes (SD2 e CD2) não apresentaram resultados satisfatórios de emergência em campo.

**Tabela 3.** Análise de Variância utilizando o Modelo linear generalizado misto avaliando o estabelecimento em função do preparo do solo e da densidade de sementes na emergência da sementeira direta em área degradada do bioma Mata Atlântica em Paracambi (RJ).

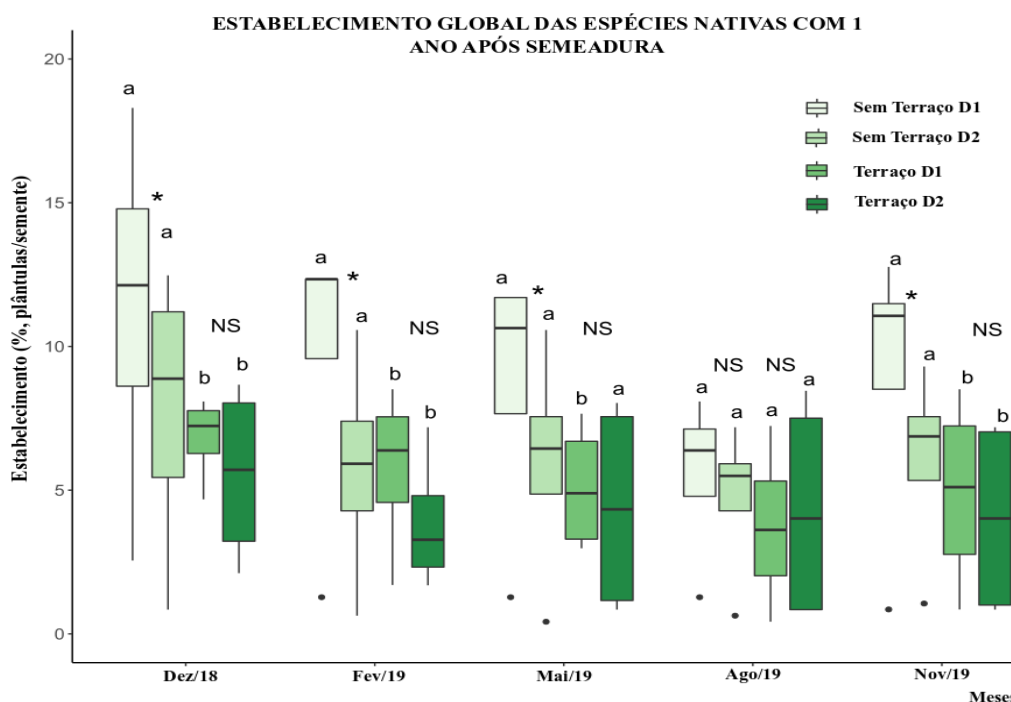
Fatores	SQ	GL	P
Data	42.5662	4	1.273e-08 ***
Preparo	65.2378	1	6.638e-16 ***
Densidade	37.7032	1	8.237e-10 ***
Data x preparo	3.5948	4	0.46361
Data x densidade	6.8892	4	0.14186
Preparo x densidade	4.2642	1	0.03892 *
Data x preparo x densidade	0.3236	4	0.98824

A emergência média global em campo após um ano de sementeira variou de 4,43% a 8,81% da conversão de sementes em plantas, sendo o tratamento SD1 (de menor densidade) o que apresentou as maiores taxas de emergência em todos os momentos da avaliação, exceto pelo levantamento realizado no mês de agosto, onde foi observada uma mortalidade maior nos tratamentos SD1, SD2 e CD1, acompanhados da estabilização de CD2 (Figura 7).

Nenhum tratamento diferiu estatisticamente durante o período de inverno seco característico da região de plantio, sendo observada uma maior mortalidade dos indivíduos. O tratamento CD2 apresentou a menor taxa de emergência (4%) em campo após um ano, resultado

não esperado por ser o tratamento com a maior densidade de sementes utilizadas e preparo do solo com terraceamento.

Comparando a taxa de emergência em campo das espécies entre o fator de preparo do solo, SD1 (8,81%) e SD2 (6,05%) apresentaram diferença significativa do desempenho das espécies durante todas as avaliações. O fator que demonstrou melhores resultados foi o de menor densidade (D1), já os resultados nos tratamentos CD1 (5,26%) e CD2 (4,43%) de preparo do solo com terraço não diferiram, mas mantiveram uma taxa de emergência estável durante toda avaliação.

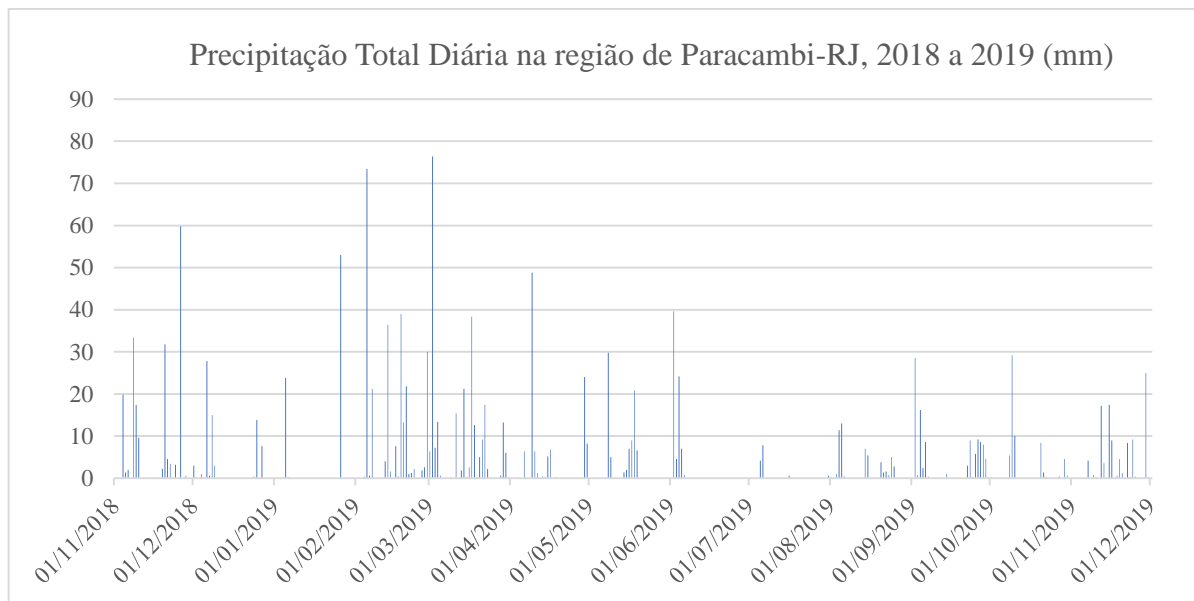


**Figura 7:** Estabelecimento global das espécies de acordo com preparo do solo (C e S) e densidade de sementes (D1 e D2). (\*) e NS são contrastes dentro de preparo do solo e as letras pequenas são dentro de densidade.

A taxa de emergência nesses tratamentos citados acima mesmo sendo baixas, pode-se considerar satisfatório o número de indivíduos observados em campo, resultados de outros autores do rendimento da sementes pelo método da semeadura direta apresentaram taxa média de emergência variando de 7 a 15% (Pietro-Souza et al. 2014; Aguirre et al. 2015; Meli et al. 2017).

Observou-se uma queda na taxa de emergência nas avaliações dos meses de fevereiro e agosto, podendo ter sido causada pela seca que ocorreu nesse período como mostrado na Figura 8. Esses eventos são conhecidos como veranicos, e caracterizados por períodos de estiagem dentro da estação chuvosa, variando sua duração e quantidade de ocorrências de acordo com a

região (Magalhães et al., 2020). A disponibilidade de água é fator fundamental para o crescimento das árvores (Toledo et al., 2011; Silva e Vieira, 2017), sendo importante para o sucesso do estabelecimento das plântulas (Ferreira et al., 2009), e ao mesmo tempo é um dos fatores mais limitantes que pode afetar a emergência e o estabelecimento das plântulas em campo (Ferreira et al., 2009), o que explicaria a queda nas taxas de emergência ao longo das avaliações com destaque para os períodos de estiagem.



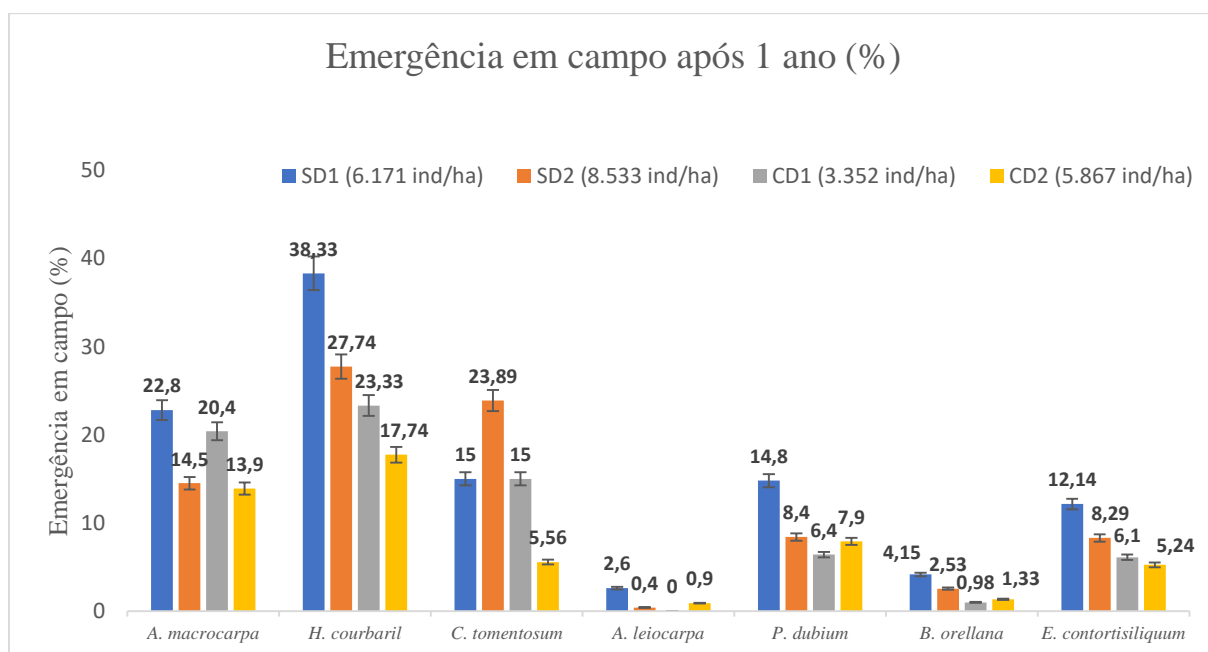
**Figura 8.** Distribuição diária da precipitação da região próxima de Paracambi entre 2018 e 2019.  
Fonte: Adaptado dos dados INMET, 2019.

O fator preparo do solo sem o terraceamento, representados por SD1 (6.171 ind/ha) e SD2 (8.533 ind./ha) apresentou diferença significativa nas densidades, em relação aos tratamentos com terraceamento CD1 (3.352 ind./ha) e CD2 (5.867 ind./ha), obtendo-se, após um ano, maior taxa de emergência em campo apresentados na figura 9. O menor rendimento da taxa de emergência em campo nos tratamentos CD1 e CD2 (com terraço), pode ser explicado pelas perdas causadas devido a movimentação do solo provocado pelas chuvas em áreas mais declivosas, que pode soterrar, expor e até lavar as sementes (Serpa & Mattei 1999). Em experimento utilizando protetores físicos, Santos et al. (2012) ressaltou que o revolvimento do solo com aração e gradagem pode ter contribuído para movimentação do solo causando soterramento ou arraste das sementes. Em estudo realizado na Uganda com terraços, observou-se que árvores cultivadas no terraço superior tem a capacidade de modificar as propriedades hidrológicas do solo, melhorando o armazenamento de água no terraço superior e intermediário, mas não no terraço inferior (SIRIRI et al., 2013), o qual foi observado neste experimento um



maior impacto devido as chuvas, indicando que o preparo do solo com terraço pode contribuir para uma maior mortalidade dos indivíduos.

Na comparação das densidades, o tratamento de menor densidade SD1 teve diferença significativa, resultando na maior taxa de emergência em campo (Número de sementes semeadas/plântulas observadas) comparado ao tratamento CD1, e também os de maior densidade SD2 e CD2, que apresentaram resultados inferiores. A figura 9 apresenta a emergência em campo após 1 ano.



**Figura 9.** Emergência em campo das espécies 7 espécies utilizadas no experimento e observadas na avaliação com 1 ano após a semeadura. Indicação da densidade ind./ha nos diferentes tratamentos SD1, SD2, CD1 e CD2 após 1 ano.

Nos tratamentos CD2 e SD2 observou-se alta densidade de indivíduos concentrados aos 180 DAS comparado a plantios de mudas que utilizam espaçamento padrão de 2 x 3 m e 3 x 3 m, para se obter 1.666 árvores/ha e 1.111 árvores/ha, respectivamente (Klippel et al., 2015; Trentin et al., 2018). A alta concentração de indivíduos pode impedir o desenvolvimento e crescimento das árvores devido à competição intra e interespecífica (Meli et al., 2017), o mesmo observado por Burton et al. (2006); quando as sementes são utilizadas em excesso podem levar os indivíduos à competição e aumento da mortalidade, da mesma forma grandes quantidades de sementes podem resultar em estabelecimento da população de poucos indivíduos (Lockwood et al., 2007). De todo modo, a densidade de indivíduos no experimento se assemelha com o que acontece na regeneração natural de diferentes tipos de vegetação, com altas taxas de emergência e menor sobrevivência (Ceccon et al., 2003).

Os maiores resultados da taxa de emergência do tratamento SD1 mostrou que densidades de sementes adequadas podem favorecer a taxa de estabelecimento em campo. Ainda assim, entende-se que é necessário investigar mais a fundo esse fator, afim de se obter uma melhor performance da densidade de sementes na semeadura direta em campo.



**Figura 10.** Espécies de *H. courbaril* e *A. colubrina* pouco desenvolvidas com alta densidade de indivíduos concentrados na linha de plantio, nota-se algumas espécies ressecadas.

### 3.2. Rendimento das espécies em campo

O desempenho individual da maioria das espécies não parece ter sido afetado pelos tratamentos utilizados. Após um ano da semeadura, com um total estimado de 5.668 sementes semeadas, foram observados 314 indivíduos, representando um rendimento de 5,53 % de sementes convertidas em mudas e plântulas. Resultados semelhantes foram encontrados por Leite (2017) em área declivosa com rendimentos de 6,11 % da conversão de sementes semeadas em plântulas. As espécies que obtiveram nos diferentes tratamentos as maiores médias de emergência no campo (>15%) foram: *Hymenaea courbaril* (17,74 a 38,33 %), *Anadenanthera colubrina* (13,9% a 22,80%) e *Centrolobium tomentosum* (5% a 15%). As espécies *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium*, *Bixa orellana* e *Apuleia leiocarpa* obtiveram taxa de germinação (<15%), já *Cibistax anthisyphilitica*, *Dalbergia nigra*, *Guazuma ulmifolia* não foram observadas no período de avaliação. As espécies com maior massa da semente obtiveram os maiores resultados de taxa de emergência em campo comparadas com as sementes pequenas. *H. courbaril* teve as maiores taxas de emergência (>20%) nos tratamentos

SD1, SD2 CD1 e CD2, as quais foram crescentes durante as avaliações, podendo sugerir que a quebra de dormência (Infusão à 70°C) realizada pré-plantio não foi efetiva, ao ponto em que foram observadas novas germinações após um ano do plantio, o que indica o alto grau de dormência da espécie, que impede a permeabilidade da água em seu tegumento (Barbosa et al., 2000).

Resultados apresentados por Leite (2017), sem quebra de dormência, atingiram em torno de 50% de emergência para *H. courbaril*. Já para a espécie *A. colubrina* apresentou o segundo melhor resultado de emergência após 12 meses, porém, Miranda et al. (2020) apresentam resultados de diferentes autores superiores para *A. colubrina*, que variaram de 20 a 39% de estabelecimento em campo após um ano, destacando que os mesmos não consideram áreas declivosas, as quais podem contribuir para uma menor taxa de emergência como já evidenciado neste estudo.

O melhor desempenho de sementes grandes corrobora com o resultados de outros estudos (Ferreira et al., 2009; Leite, 2017; Meli et al. 2018). De acordo com Burton & Bazzaz (1991), as sementes grandes possuem maior vantagem em relação às sementes pequenas, uma vez que podem germinar em maiores variações de temperatura, as mesmas portam maior relação de superfície, embebem água mais rapidamente, obtendo melhor emergência de plântulas e crescimento em relação às sementes pequenas (< 0,5 g), que além de apresentarem baixa emergência de plântulas, sofrem com maior predação (Doust et al., 2006; Ferreira et al., 2009). Sementes grandes possuem maiores reservas de nutrientes e estoque de energia, com maior capacidade de desenvolvimento radicular auxiliando na sobrevivência durante períodos de estresse hídrico como estiagens (Tripathi & Khan, 1990; Beckage & Clark, 2003; Willoughby et al., 2004). A espécie *P. dubium* no teste realizado em laboratório não germinou (Tabela 2), já nas avaliações do experimento foram observadas emergências em campo variando de 6,4 a 14,8 % (Tabela 3), porém com resultado menor do que o obtidos por Meneghello (2004), que observou taxas de 38,7 % utilizando protetores físicos que favoreceram o estabelecimento das plantas.

A espécie *E. contortisiliquum* apresentou taxas de emergência variando de 5 a 12% nos diferentes tratamentos ao final de 1 ano, resultado semelhante encontrado por Almeida (2004), 11,71% de estabelecimento após 1 ano. Já Meneghello (2004) obteve resultados superiores com taxa de emergência de 37% aos 210 dias após a semeadura, assim como Meli et al. (2017) com diferentes densidades, quando *E. contortisiliquum* obteve de 25 a 36% de emergência.

**Tabela 4.** Porcentagem de estabelecimento das espécies testadas em diferentes densidades (D1 e D2), avaliadas em preparo de solo com (C) e sem (S) terraço. Sendo M a média. Letras grandes (A) são contrastes dentro de preparo e letras pequenas são dentro da densidade.

Espécie	T	S (D1)	S (D2)	M	C (D1)	C (D2)	M
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Dez	29,0 Aa	19,5 Aa	<b>24,2</b>	27,0 Aa	20,0 Aa	<b>23,5</b>
	Fev	24,0 Aa	17,0 Ba	<b>20,5</b>	25,0 Aa	12,0 Aa	<b>18,5</b>
	Mai	21,0 Aa	14,0 Aa	<b>17,5</b>	19,0 Aa	12,5 Aa	<b>15,7</b>
	Ago	15,0 Aa	8,0 Aa	<b>11,5</b>	16,0 Aa	11,5 Aa	<b>13,7</b>
	Nov	25,0 Aa	14,0 Aa	<b>19,5</b>	15,0 Aa	13,5 Aa	<b>14,2</b>
	M	<b>22,8</b>	<b>14,5</b>	<b>18,6</b>	<b>20,4</b>	<b>13,9</b>	<b>17,1</b>
		<b>T</b>	<b>S (D1)</b>	<b>S (D2)</b>	<b>M</b>	<b>C (D1)</b>	<b>C (D2)</b>
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Dez	28,3 Aa	16,1 Aa	<b>22,2</b>	13,3 Aa	7,2 Aa	<b>23,5</b>
	Fev	33,3 Aa	20,1 Aa	<b>26,7</b>	18,3 Aa	18,5 Aa	<b>18,5</b>
	Mai	53,3 Aa	35,4 Aa	<b>44,4</b>	31,6 Aa	23,3 Aa	<b>15,7</b>
	Ago	30,0 Aa	33,8 Aa	<b>31,9</b>	20,0 Aa	22,5 Aa	<b>13,7</b>
	Nov	46,6 Aa	33,0 Bb	<b>39,8</b>	33,3 Aa	16,9 Aa	<b>14,2</b>
	M	<b>38,3</b>	<b>27,7</b>	<b>33,0</b>	<b>23,3</b>	<b>17,7</b>	<b>17,1</b>
		<b>T</b>	<b>S (D1)</b>	<b>S (D2)</b>	<b>M</b>	<b>C (D1)</b>	<b>C (D2)</b>
<i>Centrolobium tomentosum</i> G.ex Benth	Dez	33,3 Aa	44,0 Ab	<b>38,9</b>	16,6 Aa	2,7 Aa	<b>9,7</b>
	Fev	8,3 Aa	25,0 Ab	<b>16,6</b>	8,3 Aa	5,5 Aa	<b>6,9</b>
	Mai	16,6 Aa	16,6 Aa	<b>16,6</b>	16,6 Aa	2,7 Aa	<b>9,7</b>
	Ago	8,3 Aa	11,1 Aa	<b>9,7</b>	25,0 Aa	11,1 Aa	<b>18,0</b>
	Nov	8,3 Aa	22,2 Aa	<b>15,2</b>	8,3 Aa	5,5 Aa	<b>6,9</b>
	M	<b>15,0</b>	<b>23,8</b>	<b>19,4</b>	<b>15,0</b>	<b>5,5</b>	<b>10,2</b>
		<b>T</b>	<b>S (D1)</b>	<b>S (D2)</b>	<b>M</b>	<b>C (D1)</b>	<b>C (D2)</b>
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Dez	15,0 Aa	11,5 Aa	<b>13,2</b>	7,0 Aa	12,0 Aa	<b>9,5</b>
	Fev	20,0 Aa	6,5 Ba	<b>13,2</b>	9,0 Aa	6,5 Aa	<b>7,7</b>
	Mai	13,0 Aa	9,0 Aa	<b>11,0</b>	6,0 Aa	8,0 Aa	<b>7,0</b>
	Ago	13,0 Aa	7,5 Aa	<b>10,2</b>	5,0 Aa	6,5 Aa	<b>5,7</b>
	Nov	13,0 Aa	7,5 Aa	<b>10,2</b>	5,0 Aa	6,5 Aa	<b>5,7</b>
	M	<b>14,8</b>	<b>8,4</b>	<b>11,6</b>	<b>6,4</b>	<b>7,9</b>	<b>7,1</b>
		<b>T</b>	<b>S (D1)</b>	<b>S (D2)</b>	<b>M</b>	<b>C (D1)</b>	<b>C (D2)</b>
<i>Bixa orellana</i> L.	Dez	10,3 Aa	5,7 Aa	<b>8,0</b>	4,2 Aa	3,0 Aa	<b>3,6</b>
	Fev	3,6 Aa	1,8 Aa	<b>2,7</b>	0,6 Aa	0,6 Aa	<b>0,6</b>
	Mai	2,4 Aa	2,4 Aa	<b>2,4</b>	0,0 Aa	0,9 Aa	<b>0,4</b>
	Ago	0,0 Aa	1,2 Aa	<b>0,6</b>	0,0 Aa	0,9 Aa	<b>0,4</b>
	Nov	4,2 Aa	1,5 Aa	<b>2,8</b>	0,0 Aa	1,2 Aa	<b>0,6</b>
	M	<b>4,1</b>	<b>2,5</b>	<b>3,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
		<b>T</b>	<b>S (D1)</b>	<b>S (D2)</b>	<b>M</b>	<b>C (D1)</b>	<b>C (D2)</b>
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Dez	27,3 Aa	18,2 Aa	<b>22,8</b>	15,4 Aa	12,8 Aa	<b>14,1</b>
	Fev	15,4 Aa	9,1 Aa	<b>12,3</b>	5,9 Aa	4,2 Aa	<b>5,1</b>
	Mai	7,1 Aa	4,8 Aa	<b>6,0</b>	2,3 Aa	3,6 Aa	<b>3,0</b>
	Ago	5,9 Aa	3,6 Aa	<b>4,8</b>	1,1 Aa	4,8 Aa	<b>3,0</b>
	Nov	4,7 Aa	5,4 Aa	<b>5,1</b>	1,1 Aa	4,8 Aa	<b>3,0</b>
	M	<b>12,1</b>	<b>8,2</b>	<b>10,2</b>	<b>5,2</b>	<b>6,1</b>	<b>5,6</b>



Espécie	T	S (D1)	S (D2)	M	C (D1)	C (D2)	M
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr	Dez	0,0 Aa	0,0 Aa	<b>0,0</b>	0,0 Aa	0,0 Aa	<b>0,0</b>
	Fev	5,0 Aa	1,5 Aa	<b>3,2</b>	0,0 Aa	0,5 Aa	<b>0,2</b>
	Mai	4,0 Aa	0,5 Aa	<b>2,2</b>	0,0 Aa	1,0 Aa	<b>0,5</b>
	Ago	0,0 Aa	0,0 Aa	<b>0,0</b>	0,0 Aa	1,5 Aa	<b>0,7</b>
	Nov	4,0 Aa	0,0 Aa	<b>2,0</b>	0,0 Aa	1,5 Aa	<b>0,7</b>
	<b>M</b>	<b>2,6</b>	<b>0,4</b>	<b>1,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,4</b>

*B. orellana* e *A. leiocarpa* apresentaram as menores taxas de emergência em campo (<5%), podendo este resultado estar relacionado com o tamanho pequeno das sementes. Outros estudos com semeadura direta apresentaram resultados insatisfatórios no uso de sementes pequenas (Ceccon et al., 2016; Meli et al., 2017), uma vez que as mesmas podem sofrer mais facilmente com erosão e a lavagem superficial comparado às espécies com sementes grandes (Correia et al. 2021). As sementes pequenas e achatadas, por sua vez, podem germinar bem quando são enterradas levemente, mas perdem total capacidade de romper camadas de solo quando são muito enterradas, enquanto sementes grandes e esféricas suportam ser enterradas até 5 cm (Daws et al., 2008; Guedes et al., 2010; Alves et al., 2014). Ainda em relação ao tamanho das sementes, Aguirre et al. (2015) obtiveram maior estabelecimento de sementes pequenas, assim como sementes pequenas apresentaram maior potencial de crescimento em áreas sem competição com gramíneas (Pereira, 2013).

Essas espécies que possuem sementes pequenas, podem ser melhor aproveitadas, uma vez que possuem a vantagem de produzirem grandes quantidades de sementes (Obeso et al. 2011). As espécies *C. anthisyphilitica*, *D. nigra* e *G. ulmifolia* não tiveram plantas observadas nas avaliações em campo, porém a germinação dessas espécies no teste realizado em laboratório foram de 44% (*G. ulmifolia*) e 26 % (*D. nigra*), já para *C. anthisyphilitica* 0% de germinação, indicando que as sementes não estavam viáveis. Para *G. ulmifolia* ocorreu o mesmo resultado em campo para outros autores (Leite, 2017; Radel, 2013). *C. anthisyphilitica* apresentou baixa taxa de plantas observadas nos resultados apresentados por Leite (2017) e Carvalheira (2007).

Os níveis baixos de rendimento dessas espécies podem estar associados ao manejo das sementes. Ceccon et al. (2016) destacam que é importante considerar a forma como se deu a coleta e o beneficiamento das sementes, bem como os procedimentos adotados no armazenamento e superação de dormência podem reduzir a emergência em campo (Correia et al. 2021).

As sementes que são submetidas à quebra de dormência podem ter bons resultados quando combinadas com plantio no início das chuvas, porém ficam vulneráveis devido à

dessecação causada por veranicos, a predação de animais (Vieira et al., 2008), e quando manejadas de forma incorreta podem afetar negativamente a germinação em campo, visto que resultados obtidos por Correia et al. 2021 mostraram que as sementes que foram extraídas dos frutos e superada a dormência, reduziram a emergência e o estabelecimento em campo, ocorrendo de forma diferentes para as sementes que emergiram e se estabeleceram melhor sem o procedimento da quebra de dormência. Sendo assim, essas e outras espécies podem ser testadas novamente, considerando o manejo das sementes adequado voltado para o melhor estabelecimento das plantas. Pesquisas recentes têm indicado que não só o tamanho mas o formato das sementes também pode influenciar o desempenho no campo, no qual sementes redondas seriam menos afetadas pelo enterramento do que sementes planas (Silva e Vieira, 2017), o que nos permite indicar que as sementes que toleram secagem e armazenamento por longo prazo são as mais viáveis para semeadura direta (Kettle et al. 2011).

Diante do exposto, entende-se que são diversos fatores que influenciam o sucesso do estabelecimento das espécies semeadas em campo, sendo neste estudo o que pode ter contribuído para o baixo rendimento de algumas espécies, a baixa qualidade dos lotes de sementes, o que não desqualifica a serem testadas novamente em estudos futuros. No entanto, a semeadura direta se mostrou promissora para uso em áreas declivosas, com melhores resultados de taxa de emergência para preparo do solo sem terraceamento (S) e maior taxa de emergência na semeadura com densidade (D1) de sementes.

#### **4. CONCLUSÃO**

Com base nos resultados encontrados podemos concluir que:

- A semeadura direta de espécies nativas pode ser utilizada em áreas declivosas, sendo recomendado preparo do solo sem terraceamento.
- A maior densidade de sementes utilizada no tratamento D2, resultou em menor taxa de emergência no período de um ano comparada à menor densidade D1, que obteve melhores resultados no mesmo período, sugerindo que altas densidades de sementes podem favorecer um menor desempenho em campo.

- Os períodos de estiagem longos (>15 dias) que ocorreram nos primeiros meses podem ter contribuído para a mortalidade das plântulas recém-germinadas.
- As espécies que possuem sementes de maior massa obtiveram as maiores taxas de emergência em campo.

## 5. REFERÊNCIAS

AGUIRRE, A. G. et al. Potencial da sementeira direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. *Hoehnea*, v. 42, p. 629-640, 2015.

ALMEIDA, N. O. Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004.

ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; SILVA-MOURA, S. S.; ARAUJO, L. R.; SILVA, R. S.; URSULINO, M.M. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Platymiscium floribundum* Vog. em função de diferentes posições e profundidades de sementeira. *Ciência Rural*, v. 44, n. 12, p. 2129-2135, 2014.

AMARAL, L. A. Recuperação de áreas degradadas via sementeira direta de espécies florestais nativas. 2010. 42 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, 2010.

ANTONIAZZI, L. B.; FILHO, E. M. C.; VIEIRA, D. L. M. Seed-based Restoration: how experiences in Brazil are increasing in both scale and co-benefits. International network for seed-based Restoration. 2021. Disponível em: <https://ser-insr.org/news/2021/2/10/seed-based>

ARONSON, J. & ALEXANDER, S. Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology* 21: 293-296, 2013.

BARBOSA, J. M.; SANTOS JÚNIOR, N. A.; PISCIOTTANO, W. A. Efeito do soterramento e da submersão sobre a sobrevivência de sementes de espécies nativas utilizadas em reflorestamento ciliares. *Revista Árvore*, 24:317-322, 2000.

BARNETT, J. P.; BAKER, J. B. Regeneration methods. In: *Forest regeneration manual*. Springer, Dordrecht, 1991.

BERTE, M. L.; RIBEIRO, T. C.; DEVIDE, A. C. P.; PEREIRA, M. P.; ABDO, M. T. V. N.; MIRANDA, E. C. S. S. Network of Seed Collectors in the Paraíba Valley-Brazil: Collective Action for Local Restoration and Development. *World Forestry Congress*, 2021.

BECKAGE, B.; CLARK, J. S. Seedling survival and growth of three forest tree species: the role of spatial heterogeneity. *Ecology*, v. 84, n. 7, p. 1849-1861, 2003.

BRANCALION, P. H. S. et al. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. *Revista Árvore*, v. 34, p. 455-470, 2010.

BRANCALION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. *Natureza & Conservação*, v. 14, p. e1-e16, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais. MAPA - 98P, Brasília: 17 de janeiro de 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa MAPA Nº 17, de 26 de abril de 2017.

BONILLA-MOHENO, M.; HOLL, K. D. Direct seeding to restore tropical mature-forest species in areas of slash-and-burn agriculture. *Restoration Ecology*, v. 18, p. 438-445, 2010.

BURTON, C. M. et al. Determining the optimal sowing density for a mixture of native plants used to revegetate degraded ecosystems. *Restoration Ecology*, v. 14, n. 3, p. 379-390, 2006.

BURTON, P. J.; BAZZAZ, F. A. Tree seedling emergence on interactive temperature and moisture gradients and in patches of old-field vegetation. *American journal of botany*, v. 78, n. 1, p. 131-149, 1991.

CAMPOS-FILHO, E. M.; COSTA, J. N. M. N.; SOUZA, O. L.; JUNQUEIRA, R. G. R. Mechanized direct-seeding of native forests in Xingu, Central Brazil. *Journal of Sustainable Forestry*, 32: 702–727, 2013.

CALMON, M. Restauração de florestas e paisagens em larga escala: o Brasil na liderança global. *Ciência e Cultura*, v. 73, n. 1, p. 44-48, 2021.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; IMAKAWA, A. M. Estabelecimento de plântulas de espécies florestais por semeadura direta e longevidade do banco de sementes em áreas naturais e degradadas da Amazônia Central. In: HIGUCHI, N. et al. Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas na Amazônia. Manaus: INPA, 1998. p.203-214.

CARVALHEIRA, M. S. Avaliação do estabelecimento de espécies de Cerrado sentido restrito, a partir do plantio direto de sementes na recuperação de uma cascalheira na Fazenda Água Limpa – UnB. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 33 p. 2007.

CECCON, E.; HUANTE, P.; CAMPO, J. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on the survival and recruitment of seedlings of dominant tree species in two abandoned tropical dry forests in Yucatán, Mexico. *Forest ecology and management*, v. 182, n. 1-3, p. 387-402, 2003.

CECCON, E.; GONZÁLEZ, E. J.; MARTORELL, C. Is Direct Seeding a Biologically Viable Strategy for Restoring Forest Ecosystems? Evidences from a Meta-analysis. *Land Degradation and Development*, v. 27, n. 3, p. 511–520, 2016.

CONSOLARO, H. et al. Sementes, plântulas e restauração no sudeste goiano. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Livro científico (ALICE), 2019.

CORREIA, M. R. M. et al. Less is more: Little seed processing required for direct seeding in seasonal tropics. *New Forests*, p. 1-25, 2021.

COSTA, D. R. Plantio adensado e diverso e sua relação sobre o comportamento de espécies florestais. 2020.

DAWS, M. I.; CRABTREE, L. M.; DALLING, J. W.; MULLINS, C. E.; BURSLEM, D. F. R. P. Germination responses to water potential in neotropical pioneers suggest larger seeded species take more risks. *Annals of Botany*, v. 102, p. 945-951, 2008.

DÍAZ, S. et al. The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current opinion in environmental sustainability*, v. 14, p. 1-16, 2015.

DORREN, L; REY, F. A review of the effect of terracing on erosion. *Soil Conservations and Protection for Europe*. Soil Conservation and Protection for Europe, 2004.

DOUST, S.J.; ERSKINE, P.D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rainforest species: microsites 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, p.333-343, 2006.

DOUST, S. J.; ERSKINE, P. D.; LAMB, D. Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management*, v. 256, n. 5, p. 1178–1188, 2008.

DURIGAN, G. et al. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas?. *Revista Árvore*, v. 34, p. 471-485, 2010.

FERREIRA, R. A., SANTOS, P. L., ARAGÃO, A. G. D., SANTOS, T. I. S., SANTOS NETO, E. M. D., & REZENDE, A. M. D. S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. *Scientia Forestalis*, 2009.

FREITAS, L. R. et al. Dinâmica da água no solo em plantio direto com e sem terraço. Dissertação de Mestrado, UFSM-RS, 2020.

FREITAG, R. et al. Técnicas nucleadoras e adubação verde em unidades demonstrativas de restauração ecológica. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 1, p. 56-71, 2018.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; MOURA, M. F.; COSTA, E. G. Emergência e vigor de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith em função da posição e da profundidade de semeadura. *Seminário: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4, p. 843-850, 2010.

GUIDOTTI, V.; DE FREITAS, F.; SPAROVEK, G.; et al. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para o PRAs. *Sustentabilidade em Debate*, n. 4, p. 1–

12, 2017.

HOLL, K. D. et al. Local tropical forest restoration strategies affect tree recruitment more strongly than does landscape forest cover. *Journal of Applied Ecology*, v. 54, n. 4, p. 1091-1099, 2017.

HOLL, K.; BRANCALION, P. M. S. Tree planting is not a simple solution. *Science*; v. 368, n. 6491, p. 580-581, 2020.

ISERNHAGEN, I. Uso de semeadura direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, 2010.

ISERNHAGEN, I.; BRACALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Adubação verde na restauração florestal. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília: Embrapa, p. 271-287, 2014.

KEENLEYSIDE, K. et al. *Ecological Restoration for Protected Areas. Principles, Guidelines and Best Practices*. Gland: Iucn, 2012.

KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; SILVA, G. F.; CALDEIRA, M. V. W.; PIMENTA, L. R.; TOLEDO, J. V. Avaliação de métodos de restauração florestal de mata de Tabuleiros-ES. *Revista Árvore*, v. 39, n.1, p. 69-79, 2015.

LEITE, J. B. Semeadura direta de 36 espécies nativas em área de pastagem abandonada no Distrito Federal. Trabalho de conclusão de curso. UNB, 2017.

LOCKWOOD, J. L.; HOOPEES, M. F.; Marchetti M. P. *Invasion Ecology*. Victoria, Australia: Blackwell, 2007.

MAGALHÃES, A. J. et al. Veranicos no Brasil: Observações e Modelagens (CMIP5). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, p. 597-626, 2020.

MATTEI, V. L. Preparo de solo e uso de protetor físico, na implantação de *Cedrela fissilis* V. E *Pinus taeda* L., por semeadura direta. *Current Agricultural Science and Technology*, v. 1, n. 3, 1995.

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.

MENZ, M.H.M., DIXON, K.W; HOBBS, R.J. Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. *Science* 339: 526-527, 2013.

- MENEGHELLO, G. E; MATTEI, V. L. SEMEADURA DIRETA DE TIMBAÚVA (*Enterolobium contortisiliquum*), CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium*) E CEDRO (*Cedrela fissilis*) EM CAMPOS ABANDONADOS 1. *Ciência florestal*, v. 14, p. 21-27, 2004.
- MIRANDA, E. C. S. S. et al. Espécies para semeadura direta na Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica: características de sementes e plantas, e sugestões de coleta, processamento e plantio. Agroicone, São Paulo. 2020.
- MIRANDA, J. H. et al. Infiltration terrace design by volumetric balance method. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. vol.8, n.2-3, pp.169-174, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org>.
- MORI, E. SEIZO; RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P. Sementes florestais: Guia para germinação de 100 espécies nativas. Instituto Re flora, São Paulo, 2012.
- NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. Beef cattle. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.
- OBESO, J. R; MARTÍNEZ, I; GARCÍA, D. Seed size is heterogeneously distributed among destination habitats in animal dispersed plants. *Basic and Applied Ecology* 12: 134-140, 2011.
- PELLIZZARO, K. F. et al. “Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. *Brazilian Journal of Botany*, v. 40, n. 3, p. 681-693, 2017.
- PEREIRA, Anísio Baptista. Mata Atlântica: uma abordagem geográfica. *Nucleus*, v. 6, n. 1, p. 1-27, 2009.
- PEREIRA, S. R; LAURA, V. A; SOUZA, A. L. T. Establishment of Fabaceae tree species in a tropical pasture: influence of seed size and weeding methods. *Restoration Ecology*, v. 21, n. 1, p. 67-74, 2013.
- PIETRO-SOUZA, W.; SILVA, N. M. Plantio manual de muvuca de sementes no contexto da restauração ecológica de áreas de preservação permanente degradadas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 9, n. 3, p. 63–74, 2014.
- RADEL, D. Semeadura direta manual de espécies nativas do cerrado em área de Reserva Legal na fazenda Entre Rios, Paranoá-DF. Trabalho de Conclusão de Curso, Ciências Naturais, Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, 2013.
- RAUPP, P. P.; FERREIRA, M.C.; ALVES, M.; CAMPOS-FILHO, E.M.; SARTORELLI, P. A. R.; CONSOLARO, H.N.; VIEIRA, D.L.M. Direct seeding reduces the costs of tree planting for forest and savanna restoration. *Ecological Engineering*, v. 148, p. 105788, 2020.
- Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020 - São Paulo, Brasil - MapBiomas,- 93 páginas, 2021. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>
- RODRIGUES, S. B. et al. Direct seeded and colonizing species guarantee successful early restoration of South Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, v. 451, p. 117559, 2019.
- SALOMÃO, C. S. C.; DE SOUZA PAULA, L. G.; TIMBÓ ELMIRO, M. A. Uso da análise multicritério para definição de áreas prioritárias para reflorestamento na Bacia do Rio Piranga, MG, Brasil. *Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate*, v. 11, n. 2, 2020.

- SAMPAIO, A. B. et al. Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta. Brasília: Universidade de Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 40 p, 2015.
- SAMPAIO, Alexandre B. et al. Lessons on direct seeding to restore Neotropical savanna. *Ecological Engineering*, v. 138, p. 148-154, 2019.
- SANTOS, J. N. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando a composição de Mata Ciliar. *Revista Cerne*, Minas Gerais, v. 10, n. 1, p 103-117, jan./jun. 2004.
- SANTOS, P. L. et al. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. *Revista Árvore*, v. 36, p. 237-245, 2012.
- SCHMIDT, I. B. et al. Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. *Plant Biology*, v. 21, n. 3, p. 389–397, 2019.
- SEMADES. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Plano de Manejo do Parque Natural Municipal do Curió. Prefeitura Municipal de Paracambi, Rio de Janeiro, 2010.
- SER. Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica e Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política (2004) (Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica). Disponível em: [www.ser.org](http://www.ser.org). Acesso em 24 out 2021.
- SERPA, M. R; MATTEI, V. L. Avaliação de diferentes materiais de cobertura e de um protetor físico, no estabelecimento de plantas de *Pinus taeda* L., por semeadura direta no campo. *Ciência Florestal*, v. 9, p. 93-101, 1999.
- SILVA, R. R. P. Semeadura direta de árvores do cerrado: testando técnicas agroecológicas para o aperfeiçoamento do método. Dissertação de Mestrado. Publicação PPGEFL. DM - 245/ 2015, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, 77 p., 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.
- SIRIRI, D. et al. Trees improve water storage and reduce soil evaporation in agroforestry systems on bench terraces in SW Uganda. *Agroforestry systems*, 2013.
- SHOO, L. P. et al. Navigating complex decisions in restoration investment. *Conservation Letters*, v. 10, n. 6, p. 748-756, 2017.
- SMITH, M. T; WANG, B. S. P; MSANGA, H. P. Dormancy and Germination. In: *Tropical Tree seed manual*. USDA Forest Service, 2002.
- SOUZA, D. C.; ENGEL, V. L. Direct seeding reduces costs, but it is not promising for restoring tropical seasonal forests. *Ecological Engineering*, v. 116, p. 35-44, 2018.
- SOUZA, D. C.; ENGEL, V. L.; MATTOS, E. C. Direct seeding to restore tropical seasonal forests: effects of green manure and hydrogel amendment on tree species performances and weed infestation. *Restoration Ecology*, v. 29, n. 1, p. e13277, 2021.
- TAROLLI, P.; RIZZO, D; BRANCUCCI, G. *Terraced Landscapes: Land Abandonment, Soil Degradations and Suitable Management*. Springer, 2018.



- TOLEDO, M; POORTER, L. et al. Climate is a stronger driver of tree and forest growth rates than soil and disturbance. *J. Ecol.* 2011.
- TRENTIN, Bruna Elisa et al. Restauração florestal na Mata Atlântica: passiva, nucleação e plantio de alta diversidade. *Ciência Florestal*, v. 28, p. 160-174, 2018.
- TRIPATHI, R. S.; KHAN, M. L. Effects of seed weight and microsite characteristics on germination and seedling fitness in two species of *Quercus* in a subtropical wet hill forest. *Oikos*, p. 289-296, 1990.
- URZEDO, D. I. et al. Arranjos socioprodutivos na restauração florestal: o caso da semeadura direta e da rede de sementes do Xingu. 2016.
- URZEDO, D. et al. Seed networks for upscaling forest landscape restoration: Is it possible to expand native plant sources in Brazil? *Forests*, v. In press, 2020.
- VIEIRA, D. L. M.; DE LIMA, V. V., SEVILHA, A. C.; & SCARIOT, A. Consequences of dry-season seed dispersal on seedling establishment of dry forest trees: Should we store seeds until the rains? *Forest Ecology and Management*, v. 256, n. 3, p. 471-481, 2008.
- VIEIRA, D. L. M. et al. Guia de semeadura direta para restauração de florestas e cerrados. 1. Ed. São Paulo: Agroicone Ltda, 2020.