



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**DENSIDADE DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS EM
RESTAURAÇÃO FLORESTAL VIA SEMEADURA DIRETA**

NATIELE STEPHANIE RUBIO FERNANDES

Araras - 2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**DENSIDADE DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS EM
RESTAURAÇÃO FLORESTAL VIA SEMEADURA DIRETA**

NATIELE STEPHANIE RUBIO FERNANDES

ORIENTADOR: PROF. DR. VICTOR AUGUSTO FORTI

COORIENTADORA: PROFA. DRA. ALESSANDRA DOS SANTOS PENHA

COORIENTADORA: PROFA. DRA. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.

Araras – 2024

Rubio-Fernandes, Natiele

Densidade de sementes e estabelecimento de plântulas em restauração florestal via semeadura direta / Natiele Rubio-Fernandes -- 2024.
73f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): Victor Augusto Forti
Banca Examinadora: Daniel Luis Mascia Vieira, Ana Carolina Cardoso de Oliveira
Bibliografia

1. Restauração florestal, Semeadura direta, Densidade de plântulas. 2. Estabelecimento de plântulas, Mata Atlântica, reflorestamento. I. Rubio-Fernandes, Natiele. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Natiele Stephanie Rubio Fernandes, realizada em 28/05/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Victor Augusto Forti (UFSCar)

Prof. Dr. Daniel Luis Mascia Vieira (EMBRAPA)

Profa. Dra. Ana Carolina Cardoso de Oliveira (UNICAMP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.

Aos meus sobrinhos, Victor e Maitê, sorrisos pela qual a terra me chamou mais forte.

Ao meu companheiro e marido, Edson Junior, meu confidente em dias de sombra e, ao mesmo tempo, um verdadeiro farol nas navegações pela minha confusa cabeça.

À minha família, base do barro a qual fui moldada.

AGRADECIMENTOS

Os desafios no caminho não foram poucos, uma vez que os contextos sofreram grandes reviravoltas no percurso, do âmbito pessoal ao global, tive inúmeras experiências que me fizeram questionar a necessidade real desse título, continuei. Eu sempre soube que em cada semente que plantei havia um futuro com força autônoma pra germinar, tanto no sentido figurativo, quanto literário.

Manifesto imensa gratidão:

Ao meu orientador Victor Augusto Forti, por ter sido instigante e com empatia incansável, mesmo sabendo da dificuldade que enfrentaríamos pela falta de conhecimento na área, abraçou a orientação; e que diante de tantos obstáculos, esteve disposto a solucionar todos eles. Por honrar minha perspectiva de vida, dando liberdade de escolha de pesquisa e de escrita, mesmo não compadecendo com parte delas; E as coorientadoras Alessandra Penha e Renata Evangelista de Oliveira por toda contribuição e direção dentro da pesquisa, sempre nos guiando para objetividade.

Ao meu companheiro Edson Junior, por todas as horas de trabalho, auxílio na coleta de dados e cuidados compartilhados, por escolher caminhar ao meu lado, por ser luz e escuta durante a escolha e todo desenvolvimento da minha pesquisa; eu honro seus calos criados, sua paciência em ouvir as ideias malucas e confusas da minha cabeça, e me ajudar a entendê-las, desatando os nós mal formados e formando novas e lindas tramas.

Aos meus pais Paulo Sérgio e Edilene, por todo o apoio estrutural que me deram para o caminho da ciência. Essa conquista começou no suor de vocês, que sempre priorizaram meu estudo.

Ao querido amigo Ederson, o qual se dispôs a vir e nos ajudar com a limpeza e implantação da área experimental.

Gratidão a todos os seres iluminados que me ensinaram que a restauração, quando feita com propósito e amor à terra, tem mais chances de dar certo. Gratidão a cada semente que me foi plantada no solo, na mente,

coração e alma: apesar de querer que todas germinassem (todas as ideias, iniciativas; e também as plântulas), eu sei que cada uma que emerge carrega consigo a energia das que serviram de alimento à terra. Aho! ☘

Meu agradecimento a CAPES; a qual o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Eu quero morar
Numa casinha feita à mão
Numa floresta onde eu possa plantar o que eu quiser
E andar de pés no chão [...]”
- Nanan Zanatta

SUMÁRIO

Página

ÍNDICE DE TABELAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMO	13
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3. OBJETIVO GERAL	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AS VARIÁVEIS ANALISADAS.....	54
7. CONCLUSÃO	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
.....	64

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Espécies selecionadas para a implantação do experimento de semeadura direta (NPop.: nome popular; GE: grupo ecológico; Dorm.: presença/ausência de mecanismos dormência das sementes).	27
Tabela 2. Porcentagem de germinação por espécie e por grupo de espécie utilizada para a determinação das densidades de semeadura. SPP: sementes muito pequenas; SP: sementes pequenas; SG: sementes médias-grandes. ..	28
Tabela 3. Cálculo utilizado para estabelecer as densidades propostas para cada grupo de sementes.	29
Tabela 4. Densidade (d) de sementes utilizadas por hectare, convertida para o tamanho da área em estudo de 600m ² , em número de sementes por parcela, considerando os diferentes grupos de espécies e classificadas pelo tamanho das sementes. SP – Sementes pequenas, SPP – Sementes muito pequenas, SG – Sementes médias-grandes.	29
Tabela 5. Divisão exata do número de sementes por espécie consideradas na implantação do experimento.	30
Tabela 6. Número de sementes semeadas e número de plântulas emergidas e porcentagem de germinação em cada uma das densidades de semeadura estudadas.	37
Tabela 7. Média da emergência de plântulas (em média de número de plântulas) de espécies florestais semeadas nas densidades 1,2,3 e 4, considerando 28 avaliações semanais.	39
Tabela 8 - Porcentagem de plântulas estabelecidas por grupos de sementes. SP = Sementes pequenas; SPP = sementes muito pequenas; SG = sementes média/grandes	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Mapa e localização da área de implantação do experimento em Taubaté, SP.	26
Figura 2- Distribuição das parcelas por bloco na área de estudo em Taubaté,SP.	31
Figura 3. Esquema das medições da distância entre plantas dentro da parcela.	32
Figura 4- Preparo da área (A e C); Semeadura direta (B).	33
Figura 5- Mix das sementes florestais distribuído dentro de cada densidade (A); Sementes das espécies semeadas (B).	34
Figura 6- Plântulas das espécies semeadas em campo, 90 dias após a semeadura– (A e B) C. langsdorffii; (C e D) A. colubrina (E e F); G.ulmifolia; (G e H); S.polyphylla (I e J); H. courbaril (K e L) C. floribundus.	36
Figura 7- Número de plântulas emergentes avaliadas semanalmente; espécie semeadas nas densidades 1, 2, 3 e 4. A- S. polyphylla; B- A. colubrina ; C- C.langsdorffii ; D- C. floribundus; E- H. courbaril e F- G. ulmifolia. Densidade 1 = total 20 sementes/parcela, Densidade 2 = total 44 sementes/parcela, Densidade 3= total 89 sementes/parcela, Densidade 4= total 178 sementes/parcela.	42
Figura 8-Total de plântulas emergentes nos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4 no final das 28 avaliações; D1 = total 20 sementes/parcela; D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.	43
Figura 9- Média de emergência de plântulas estabelecidas nos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4; D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.	44

Figura 10- Média de altura da espécies estabelecidas nos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4. A- <i>S. polyphylla</i> ; B- <i>C. langsdorffii</i> ; C- <i>H. courbaril</i> . D- <i>C. floribundus</i> ; E <i>A. colubrina</i> ; e F- <i>G. ulmifolia</i> . D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.....	46
Figura 11- Espécies estabelecidas no final do período de 180 dias de avaliação. A- <i>C. floribundus</i> ; B- <i>A.colubrina</i> ; C- <i>C. langsdorffii</i> ; D- <i>H.courbaril</i> e E- <i>S.polyphylla</i>	47
Figura 12-Média de altura por grupo de sementes entre os tratamentos de densidade 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.....	48
Figura 13- Média de diâmetro por espécie nas densidades 1,2,3 e 4. A- <i>S. polyphylla</i> ; B- <i>H. courbaril</i> ; C- <i>C.langsdorffii</i> ; D- <i>C.floribundus</i> ; E- <i>A.colubrina</i> e <i>G.ulmifolia</i> -. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.....	49
Figura 14- Média total do diâmetro das espécies estabelecidas nas densidades 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela	50
Figura 15- Média de diâmetro por grupo de semente dos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.....	51
Figura 16-A. Média dos espaçamentos mensurados, em metros, entre plântulas de espécies florestais nas densidades (D) 1,2,3 e 4, considerando 9 avaliações quinzenais. B- Média entre os tratamentos para as densidades 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela	53

DENSIDADE DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS EM RESTAURAÇÃO FLORESTAL VIA SEMEADURA DIRETA

Autor: NATIELE STEPHANIE RUBIO FERNANDES

Orientador: PROF. DR. VICTOR AUGUSTO FORTI

Coorientadora: PROFA. DRA. ALESSANDRA DOS SANTOS PENHA

Coorientadora: PROFA. DRA. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA

RESUMO

O sucesso no estabelecimento de espécies arbóreas nativas em projetos de restauração florestal via sementeira direta está relacionado a diversos fatores, dentre eles a escolha de espécies e as densidades para sementeira. Esta pesquisa teve como objetivo comparar diferentes densidades de sementeira no estabelecimento de espécies arbóreas a fim de estabelecer uma densidade mínima ideal para a restauração florestal via sementeira direta considerando um grupo determinado de espécies florestais. Selecionou-se sete espécies florestais nativas da Mata Atlântica no estado de São Paulo; *Croton floribundus* Spreng., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina*., *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose, *Copaifera langsdorffii* Desf., *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze e *Hymenaea courbaril* L., as quais foram semeadas em uma área experimental localizada no município de Taubaté, São Paulo, inserido na região fitogeográfica da Floresta Estacional Semidecidual. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, considerando quatro blocos e quatro tratamentos de densidade de sementeira (20, 44, 89 e 178 do mix de sementes por parcela de 37,5 m² - 7,5 x 5,0 m) considerando as espécies agrupadas em três grupos distintos: “sementes muito pequenas”, “sementes pequenas” e “sementes médias-grandes”. As sementes foram previamente analisadas para a determinação da porcentagem de germinação. A sementeira foi realizada em linhas e as plântulas foram avaliadas semanalmente quanto à emergência e, quinzenalmente, quanto à altura, diâmetro do colo e distância entre indivíduos. Cento e oitenta dias após a sementeira verificou-se que o número de plântulas estabelecidas foi maior na densidade de 178 sementes por

parcela. Em relação à altura, houve diferença entre as densidades apenas no último período de avaliação (180 dias), com a média de 19,22 cm para o tratamento de 44 sementes por parcelas; 16,05 para o tratamento de 89 sementes por parcela e 15,32 para o tratamento de maior densidade. Não houve efeito dos tratamentos de densidade para o parâmetro diâmetro do colo em nenhum período. As espécies *H. courbaril* e *S. polyphylla* apresentaram maior número de plântulas estabelecidas. *M. bimucronata* não teve nenhum indivíduo emergente. A densidade mais indicada dentro da avaliação de 180 dias, visando espaçamento tradicional da Mata Atlântica de 3x2 e facilidade na manutenção, é a densidade de 44 sementes por parcela.

Palavras-chaves: Mata atlântica, densidade de plântulas, sustentabilidade, manejo, reflorestamento.

SEED DENSITY AND SEEDLING ESTABLISHMENT IN FOREST RESTORATION VIA DIRECT SEEDING

Author: NATIELE STEPHANIE RUBIO FERNANDES

Adviser: PROF. DR. VICTOR AUGUSTO FORTI

PROFA. DRA. ALESSANDRA DOS SANTOS PENHA

PROFA. DRA. RENATA EVANGELISTA DE OLIVEIRA

ABSTRACT

The successful establishment of native tree species in forest restoration projects via direct seeding is related to several factors, including the choice of species and seeding densities. This research aims to compare different densities in the establishment of tree species in order to establish an ideal minimum density for forest restoration via direct seeding considering a certain group of forest species. Seven forest species native to the Atlantic Forest in the state of São Paulo were selected: *Croton floribundus* Spreng, *Guazuma ulmifolia* Lam, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina*, *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose, *Copaifera langsdorffii* Desf, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze and *Hymenaea courbaril* L., which were sown in an experimental area located in the municipality of Taubaté, SP, in the phytogeographic region of the Semideciduous Seasonal Forest. The experiment was conducted in a completely randomized block design, with four blocks and four sowing density treatments (20, 44, 89 and 178 of the seed mix per 37.5 m² plot (7.5 m x 5.0 m), with the species grouped into three distinct groups: “very small seeds”, “small seeds” and “medium-large seeds”. The seeds were previously analyzed to determine the germination percentage. The seeds were sown in rows and the seedlings were assessed weekly for emergence and biweekly for height, diameter at ground surface and distance between individuals. One hundred and eighty days after sowing, we found that the number of established seedlings was higher at density four of 178 seeds per plot. With regard to height, there was a significant difference ($p > 0.05$) between the densities only in the last evaluation period (180 days), with an average of 19.22 cm for the treatment of 44 seeds by installments; 16.05 for the

treatment of 89 seeds per plot and 15.32 for the treatment with the highest density. There was no significant difference for the diameter in any period. The species *H. courbaril* and *S. polyphylla* had the highest number of established seedlings. *M. bimucronata* had no emergent individuals. Based on the results, we conclude that the most suitable density within the evaluation of one hundred and eighty days is 44 seeds per plot.

Keywords: Atlantic forest, seed density, sustainability, management, reforestation.

1. INTRODUÇÃO

Altos índices de desmatamento e a degradação de florestas naturais estão entre as principais causas dos atuais esforços internacionais para a restauração florestal (Garcia et al., 2016). No Brasil, estima-se uma redução de mais de 2 milhões e meio de quilômetros quadrados de vegetação nativa entre os anos de 1970 e 2020 (Matricardi et al., 2020). Considerando o bioma Mata Atlântica como o de menor cobertura original, restam apenas 12,4% da sua extensão original, com mais de 485.000 hectares já suprimidos (INPE, 2020).

Segundo Chazdon e Brancalion (2017) a restauração da Mata Atlântica, particularmente, é ainda mais desafiadora, visto que mais de 90% da sua área remanescente fica localizada dentro de propriedades privadas, e todos os custos de implantação e manutenção ficam sobre responsabilidade dos proprietários rurais.

O Brasil comprometeu-se na COP15, Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas em Paris, a restaurar 12 milhões de hectares até 2030 (Feltran-Barbieri; Feres, 2021) o que demanda métodos mais assertivos, e de baixo custo, visando o cumprimento dessas metas (Brancalion, et al. 2016). A semeadura direta e o plantio de mudas em área total estão entre as estratégias mais conhecidas para restauração de áreas florestais degradadas (Guerra et al., 2020; Grossnickle; Ivetić, 2017; Palma; Laurance, 2015;).

O plantio de mudas de espécies arbóreas nativas, é a técnica mais utilizada no país (Brancalion; Gandolfi; Rodrigues, 2015). O espaçamento tradicional dentro dos projetos de restauração é o 3x2, o qual promove um recobrimento efetivo do solo, controlando as espécies invasoras, como as gramíneas exóticas (Rodrigues et al., 2009) além de promover um melhor desenvolvimento das espécies (Rondon, 2002).

Em contrapartida, a semeadura direta tem como vantagens eliminar a produção e acondicionamento de mudas em viveiro e tem sido aperfeiçoada na tentativa de viabilizar seu uso como uma eficiente opção de menor custo para a restauração florestal (Huller et al., 2017; Ceccon et al., 2016). Embora se mostre economicamente interessante (Campos-Filho., et al. 2013; Durigan et al., 2013),

essa técnica tem sucesso variável das espécies utilizadas (Le Bourlegat et al. 2013; Guarino; Scariot, 2014), no que tange ao estabelecimento e ocorrência da dominância de algumas espécies (Souza; Engel, 2018). As incertezas geradas pela técnica ainda são motivo de discussão (Meli et al., 2018).

A escolha de espécies para iniciativas de restauração via semeadura ser uma etapa criteriosa, já que compreende um fator de variação no sucesso de estabelecimento em campo, determinante para o desenvolvimento da área a ser restaurada (Le Bourlegat et al., 2013; Silva et al., 2015). Aliada a ela, a determinação da densidade de sementes utilizadas também deve ser feita de forma eficiente, visto que pode igualmente afetar o estabelecimento de plântulas e do ambiente em restauração.

De um lado, a alta densidade de sementes utilizadas para a semeadura, além de acarretar na elevação dos custos com a compra das sementes, pode gerar competição e aumento da mortalidade entre as plântulas das espécies semeadas; o que resulta no estabelecimento de uma população com poucos indivíduos e espécies presentes (Lockwood et al., 2007). Por outro lado, densidades baixas podem não ser suficientes para o estabelecimento e continuidade das populações das espécies selecionadas (Burton et al., 2006). Outro desafio tem sido a dificuldade para obter sementes de qualidade nas quantidades necessárias à restauração (Urzedo et al., 2020), o que resulta em baixas porcentagens de germinação e de estabelecimento de plântulas em campo (Ceccon et al., 2016).

As incertezas geradas por essas lacunas de conhecimento a respeito das técnicas de semeadura direta ainda são motivos de discussões (Meli et al., 2018). Além disso, pouco se sabe sobre o estabelecimento de plântulas originadas de sementes pequenas, dormentes e recalcitrantes (Silva et al., 2015; Pellizzaro et al., 2017), geralmente pertencentes ao grupo ecológico das espécies pioneiras, as quais desempenham um importante papel nas fases iniciais do processo de restauração de áreas degradadas (Viani et al., 2015).

Pesquisas recentes com sementes visam, em sua maioria, avaliar técnicas para superação de dormência e condições ideais para germinação em laboratório, porém, poucas são desenvolvidas em campo (Castro, 2013). O

limitado conhecimento sobre a germinação e densidade de sementes de diversas espécies florestais dificulta embasar cientificamente a técnica de semeadura direta em condições de campo. Diferentemente dos ambientes protegidos das casas de vegetação, os agentes letais de condições de campo não estão sob controle (Pereira et al.,2013).

Diferentes densidades devem ser testadas, viabilizando o processo de semeadura direta e auxiliando na comprovação da eficiência para assegurar a emergência, considerando que há relação linear entre a densidade de semeadura e a emergência de plântulas (Meli et al., 2018). Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho compreender a dinâmica de estabelecimento de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica em área degradada, implantada por meio da técnica de semeadura direta, estabelecendo diferentes densidades de sementes, que atendam ao ecossistema de referência.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A conversão de florestas em áreas urbanas, de produção agrícola ou pecuária, vem impactando diretamente os índices de biodiversidade, a conservação de recursos naturais e a prestação de serviços ecossistêmicos (Cardinale et al., 2012; Chazdon; Guariguata, 2016). Quando a recuperação de um ecossistema florestal não é viável por regeneração natural, é necessária a adoção de técnicas de restauração ativa, como a semeadura direta ou plantio de mudas produzidas em viveiro (Rodrigues et al., 2009; Nunes et al., 2017; Silva et al., 2017; Brancalion et al., 2019).

Embora iniciativas tenham fomentado programas com o compromisso de restaurar áreas degradadas e florestas em larga escala em diversos países (Chazdon et al., 2016), não são claros os métodos e abordagens que devem ser utilizados em diferentes circunstâncias e realidades (Holl, 2017), mas as soluções precisam ser viáveis economicamente (Kimball et al., 2015), já que os elevados custos de restauração têm se apresentado como uma grande barreira para a expansão da atividade (De Groot et al., 2013).

Essa limitação tem sido relatada, principalmente considerando que a distribuição das áreas a serem recuperadas localizam-se em regiões tropicais, sendo a maioria em países subdesenvolvidos, necessitando, assim, de menores custos com implantação (Brancaion et al., Molin et al., 2018). Além disso, grande parte dessas áreas estão localizadas em pequenas ou médias propriedades, onde faltam recursos financeiros para essa atividade, impossibilitando a restauração (Schmidt et al., 2019).

Um caminho ou alternativa para a restauração ecológica é a semeadura direta, técnica que consiste em semear espécies florestais diretamente no local em que se visa a restauração (Cole et al., 2011). A semeadura direta tem sido proposta como uma alternativa à redução dos custos de restauração florestal (Souza; Engel, 2018; Raupp et al., 2020), visto que a etapa de produção de mudas e plantio manual não se torna necessária. Além da redução do custo de implantação, a semeadura direta tem a vantagem de facilitar a mecanização, permitindo, assim, a implantação em áreas maiores em um intervalo menor (Guerin et al., 2015). Nos sistemas de semeadura direta, segundo Cole et al. (2011), é possível reduzir os custos de 10 a 30 vezes quando comparado à restauração por meio do plantio de mudas.

Segundo Aguirre et al. (2015) a utilização dos diversos grupos ecológicos e espécies é uma das vantagens e desafios do uso da semeadura direta. Os autores determinaram se haveria maior porcentagem de estabelecimento das espécies pela técnica de semeadura direta, ressaltando o agrupamento das sementes em relação ao tamanho, que podem influenciar a emergência e estabelecimento de plântulas (Doust et al., 2006). Espécies com sementes pequenas e recalcitrantes aparentemente têm pouco sucesso no estabelecimento em áreas semeadas (Silva; Vieira, 2017; Pellizzaro et al., 2017; Souza; Engel, 2018).

Camargo et al. (2002) e Ferreira (2009) também indicaram a relevância do tamanho das sementes e como essa variável influenciou a emergência e o crescimento inicial de plântulas. Verificaram que as espécies com maior massa específica e maior tamanho tiveram maior porcentagem de emergência de plântulas e de sobrevivência, 90 dias após a semeadura. Outros experimentos

indicaram que espécies com sementes maiores tiveram vantagens na germinação e estabelecimento (Ceccon et al., 2016; Hossain et al., 2014; Pereira et al., 2013; Tunjai; Elliot, 2012; Wang et al., 2011; Souza; Engel, 2018).

As possibilidades metodológicas utilizando a técnica são inúmeras, tais como a superação de dormência (Souza et al., 2013); semeadura direta com sementes pré-germinadas (Neto et al., 2021); semeadura direta com transposição de serapilheira (Silva et al., 2015); uso do papelão como facilitador da semeadura direta (Nagy et al., 2022); técnicas de nucleação (Freitag et al., 2017) e semeadura direta a lanço (Lacerda; Figueiredo, 2009). No entanto, destaca-se que a muvuca de sementes tem sido a estratégia mais utilizada pela grande maioria dos estudos (Santos Júnior et al., 2004; Ferreira et al., 2009; Bonilla-Moheno; Holl, 2010; Campos-Filho, 2013; Pellizzaro et al., 2017; Silva; Vieira, 2017). A técnica destaca-se pela metodologia em que utiliza-se grandes quantidades de sementes, associada a oportunidades de trabalho e renda para comunidades locais. Utilizando sementes com alta variabilidade de espécies florestais, considerando as diferentes categorias ecofisiológicas, além de sementes de adubação verde (Vieira et al. 2020).

Contudo, a técnica tem apresentado algumas limitações, como dificuldade para a obtenção de sementes para alcançar as metas de restauração (Urzedo et al., 2020; Mortlock, 2000; Broadhurst et al., 2015) principalmente de espécies nativas das Florestas Ombrófilas Densas, Florestas Estacionais Semidecíduais e Decíduais e do Cerrado (Souza; Engel, 2023). Tal limitação é verificada no momento da execução de experimentos e implantações de pequena escala, devido à dificuldade para adquirir de sementes de algumas espécies (Silva, 2019; Souza; Engel, 2018) levando ao aumento de custos (Merritt; Dixon, 2011; Masarei et al., 2019). Além do mais, falta conhecimento sobre a densidade ideal de sementes (Meli et al., 2018), implicando na baixa emergência de plântulas e seu estabelecimento em campo. Esses fatores, por consequência, reduzem a aplicabilidade da técnica em maior escala (Pereira et al., 2013; Ceccon et al., 2016; Meli et al., 2018).

Ainda com a necessidade de alcançar um rápido estabelecimento da vegetação na restauração de ecossistemas degradados, os experimentos de

Cava et al. (2016), Pellizzaro et al. (2017) e de Souza et al. (2021), levaram em conta uma grande quantidade de espécies semeadas, com o objetivo de incrementar a biodiversidade da restauração. No entanto, foi verificado insucesso no estabelecimento na maioria das espécies selecionadas. A quantidade de sementes semeada varia de 20 a 80 Kg/ha. O cálculo é feito de acordo com a relação de plântula esperada, dividida pela proporção de estabelecimento da espécie, aumentando bastante a densidade de plantio de todas as espécies, conseqüentemente, quando a condição da área não é considerada ótima (Vieira et al., 2020).

Em estudos realizados na Bacia do rio Xingu, no Mato Grosso, Campos-Filho et al. (2013) obtiveram altas densidades utilizando-se de 98 toneladas de sementes para 1.000/ha, totalizando 214 espécies de sementes misturadas, onde 89 espécies sobreviveram, no entanto, não é apresentada taxa de estabelecimento por espécie. Araki (2005) e Bellemo (2017) relataram a semeadura de em média 299.600 e 442.222 sementes/ha. Portanto, ressalta-se a demanda de uma enorme quantidade de sementes semeadas, uma vez que poucas sementes são convertidas em plantas estabelecidas (Balandier et al., 2009) além da variação no número de espécies, que pode ser entre 10 a 100 espécies, de acordo com a disponibilidade de sementes (Campos-Filho et al., 2013; Sampaio et al., 2019).

A semeadura direta pode apresentar resultados positivos em relação aos custos de projetos de restauração florestal, no entanto, a técnica continua apresentando limitações. Os autores trouxeram em seus resultados que mesmo a técnica sendo mais econômica do que plantio de mudas cultivadas em viveiro, não foi possível alcançar altas densidades e alta diversidade de espécies devido grande variabilidade no desempenho destas. Portanto, é preciso entender quais espécies são adequadas para sistemas de semeadura direta, além de identificar os principais fatores que afetam a germinação, o estabelecimento e crescimento dessas espécies no campo (Souza; Engel, 2018).

Com isso, ressalta-se a necessidade e relevância de aprimoramento da técnica de semeadura direta para aperfeiçoar seu uso em larga escala, garantindo a taxa de estabelecimento das espécies semeadas, a partir do

desenvolvimento de técnicas inovadoras ou do aprimoramento de técnicas já existentes (Brançalion; Van Melis, 2017).

Embora o uso da semeadura direta venha aumentando, as informações ainda são limitadas sobre a densidades ideal de sementes vinculada aos procedimentos técnicos que viabilizem a semeadura com uma maior quantidade de espécies (Meli et al., 2017). Esse desafio se torna ainda mais relevante no Brasil, um dos países com maior biodiversidade do mundo (Magnusson et al., 2018). Vários estudos de campo têm sido conduzidos a fim de entender melhor a técnica e o sucesso do estabelecimento das espécies (Souza, 2022). Poucos estudos sobre semeadura direta apresentam justificativas e discussões sobre a recomendação da densidade de semeadura, não apresentando ainda informações que mencionam quais critérios foram empregados para definir essa decisão (Burton et al., 2006).

A densidade de semeadura utilizada varia bastante entre experimentos. Santos-Júnior et al. (2004) sugerem o uso de três a 10 sementes por berço, com o intuito de estabelecer pelo menos uma planta em cada berço. Em estudo realizado com espécies herbáceas perenes, Burton et al. (2006) apresentam dados com seis diferentes densidades de semeadura (0, 375, 750, 1.500, 3.000 e 6.000 sementes/m²). Os autores fizeram recomendações de densidades variando de 750 a 1.500 sementes/m² (correspondendo de 190 a 301 plantas/m²) para o estabelecimento mais eficiente. No entanto, apontaram que densidades menores também podem ser utilizadas com boa efetividade e maior eficiência para as espécies que apresentam sementes mais caras.

Isernhagen (2010) relatou alta densidade populacional em suas áreas de estudos realizadas via semeadura direta, entre 340.000 e 1.480.000 sementes/ha. A reprodução do método é aplicável, mas aumentaria os custos de compra de sementes. Outra restrição é que, embora as redes de abastecimento de sementes nativas tenham sido fortalecidas no Brasil (Urzedo et al., 2020), para a Mata Atlântica e o Cerrado ainda existe escassez de sementes para atingir as metas de restauração (Souza; Engel, 2023).

Considerando o cenário de demanda crescente para efetiva compra de mudas para restaurar áreas em larga escala, a quantidade de fornecimento de

sementes irá acarretar em outra limitação (Silva et al., 2017; Urzedo et al., 2020). Com isso, se não houver sementes que atendam as restaurações de campo em pequena escala ou produção de mudas em viveiros, a problemática será maior para projetos de restauração em grande escala. Além disso, ainda não se sabe o impacto da remoção de sementes dos ecossistemas naturais em grandes quantidades durante longos períodos, podendo ser uma restrição na restauração de grandes áreas (Souza; Engel, 2023).

Não existem informações experimentais suficientes sobre a densidade adequada de sementes para embasar uma metodologia padrão a ser seguida que determine a densidade de sementes por espécie ideal para os projetos utilizando a técnica de semeadura direta (Burton et al., 2006).

A densidade de semeadura destaca-se neste contexto, considerando que baixas densidades de sementes podem levar à baixa e irregular colonização de plantas na área-alvo da restauração, acarretando, conseqüentemente, no crescimento de espécies exóticas invasoras e demandando de mais manutenções; enquanto que elevadas densidades de sementes podem levar à competição entre plântulas, necessitando ainda de um futuro desbaste para não abafar as plantas (Campos-Filho et al., 2013) além de acarretar em altos custos com a implantação (Burton et al., 2006). Com isso, deve-se atentar à seleção de espécies não apropriadas, principalmente considerando espécies pioneiras, as quais produzem, em sua maioria, sementes pequenas e dormentes, sendo ainda responsáveis por uma contribuição essencial para iniciar processos de restauração florestal (Viani et al., 2015).

Existe demanda de pesquisas que visam aprimorar os resultados alcançados com o método de semeadura direta, alinhado aos níveis elevados de incerteza, consequência do limitado conhecimento sobre sementes florestais, técnicas de semeadura e influências de fatores ambientais na germinação de sementes em campo e estabelecimento de plântulas (Brancalion et al., 2016). O aprimoramento é essencial para aumentar a confiabilidade da semeadura direta, possibilitando sua utilização em larga escala por profissionais de restauração que visam a redução dos custos dos projetos.

A prática já foi implementada em florestas tropicais e florestas de savana em larga escala no Brasil Central, usando semeadoras agrícolas adaptadas (Campos-Filho et al., 2013; Durigan et al., 2013). No entanto, as informações ainda são limitadas sobre o diferencial desempenho de espécies e grupos funcionais, densidades ideais e metodologia técnica para permitir a utilização da semeadura de espécies florestais com uma ampla variedade de tamanhos de sementes e espécies.

Com base no apresentado, o presente trabalho busca contribuir para aprimorar a técnica de semeadura direta a partir da seleção de espécies florestais com aptidão e probabilidade de sucesso via essa técnica, além de fornecer informações de densidade ideal por espécie, para um futuro avanço nos testes metodológicos, considerando a motivação da utilização da técnica de semeadura direta em larga escala na restauração florestal.

3. OBJETIVO GERAL

Comparar diferentes densidades no estabelecimento de plântulas de espécies arbóreas para a restauração florestal via semeadura direta considerando um grupo determinado de espécies florestais.

Objetivos específicos

- Avaliar se a densidade de sementes interfere nas respostas de emergência e estabelecimento de plântulas de espécies florestais;
- Avaliar a dinâmica de ocupação do espaço por indivíduos de espécies florestais, em função da densidade de semeadura.
- Compreender se existe interferência entre espécie ou grupo de espécies no sucesso de estabelecimento de plântulas em área de restauração florestal via semeadura direta.
- Compreender a dinâmica de estabelecimento de espécies arbóreas em uma área de restauração florestal implantada por semeadura direta considerando diferentes densidades de semeadura.

- Selecionar espécies florestais adequadas para a técnica via semeadura direta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Taubaté (Figura 1), estado de São Paulo, entre as coordenadas 23°1'11,04"4 S e 45°40'45,33" O, em local originalmente ocupado por braquiária - *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster - e plantas ruderais. A área insere-se na região fitogeográfica da Floresta Estacional Semidecidual com histórico de utilização para cultivos agrícolas. Localizado na região do Vale do Paraíba, com solos predominantemente do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo (Rossi, 2017), a temperatura média anual é de 21,6°C, com amplitude térmica anual de 6,7°C. Ocorrem localmente duas estações bem definidas, a chuvosa, de outubro a março, e a seca, de abril a setembro. A precipitação acumulada anual é de cerca de 1.310 mm (Embrapa, 2013).



Figura 1- Mapa e localização da área de implantação do experimento em Taubaté, SP.

As sementes florestais utilizadas (Tabela 1) foram compradas de empresa especializada. Para a instalação do experimento foram selecionadas sete espécies arbóreas nativas de ocorrência natural no estado de São Paulo e

com características potenciais para serem utilizadas em projetos de restauração. As espécies selecionadas pertencem a dois grupos sucessionais, pioneiras e não-pioneiras, categorização comumente utilizada em projetos de restauração florestal (Barbosa et al., 2017).

Os critérios para seleção das espécies foram: 1) espécies já utilizadas em projetos de restauração florestal; 2) espécies florestais ocorrentes na região; 3) espécies com sementes disponíveis em viveiros para a compra; e 4) espécies pertencentes aos dois grupos ecológicos (pioneiras e não-pioneiras). Apesar de todas serem caracterizadas pela presença de dormência, não foram realizados ensaios para superação de dormência, a fim de compreender a capacidade de germinação em diferentes condições do local, além da compreensão dos seus diferentes comportamentos fisiológicos em relação à ocorrência da germinação (Tabela 1). Além disso, essa decisão contribuiria para reduzir o número de processos necessários antes da realização da semeadura, trazendo benefícios em termos de custo e mão-de-obra para a técnica.

Tabela 1. Espécies selecionadas para a implantação do experimento de semeadura direta (NPop.: nome popular; GE: grupo ecológico; Dorm.: presença/ausência de mecanismos dormência das sementes).

Nome científico	NPop.	Família	GE*	Dorm.
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	Euphorbiaceae	P	Sim
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutambo	Malvaceae	P	Sim
<i>Anadenanthera colubrina</i> Vell.Brenan var. <i>colubrina</i>	angico	Fabaceae	P	Sim
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC) Britton & Rose	manjoleiro	Fabaceae	P	Sim
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	Fabaceae	NP	Sim
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	maricá	Mimosaceae	P	Sim
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	Fabaceae	NP	Sim

As sementes foram divididas em três grupos, de acordo com seus respectivos tamanhos e massa seca média das sementes (de acordo com Doust et al. 2006), sendo:

- Sementes muito pequenas (SPP)

- Sementes pequenas (SP)
- Sementes médias/grandes (SG)

As sementes SPP têm massa seca média entre 0,01 e 0,099 g, e tamanho variando de 0,1 a 6 mm. As sementes SP. massa 0,1 a 4,99 e tamanho de 6,1 a 20 mm e as Sementes SG com massa seca superior a 5 g e tamanho acima de 20 mm (Doust et al.,2006). Cada espécie foi caracterizada também quanto à germinação inicial por meio de teste de germinação, com o objetivo de avaliar o potencial máximo de formação de plântulas (Meli et al, 2018). As sementes foram mantidas em condições ótimas de temperatura para cada espécie avaliada, considerando a germinação no ambiente de laboratório em condições controladas (Santos et al.,2015). Vale destacar que os testes seguiram as especificidades para cada uma das espécies estudadas.

Com base nos resultados dos testes de germinação (Tabela 2), para cada lote das espécies estudadas e seguindo a densidade tradicional de plantio na restauração da Mata Atlântica (Rodrigues et al., 2009), de 1.667 mudas/ha (espaçamento de 3,0 m x 2,0 m), estabeleceu-se as densidades a serem testadas (Tabela 3).

Tabela 2. Porcentagem de germinação por espécie e por grupo de espécie utilizada para a determinação das densidades de semeadura. SPP: sementes muito pequenas; SP: sementes pequenas; SG: sementes médias-grandes.

Espécie	Germinação (%)	Grupo de espécie	Germinação média (%)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	60	SP	64,5
<i>Senegalia polyphylla</i>	69		
<i>Croton floribundus</i>	76	SPP	76
<i>Guazuma ulmifolia</i>	76		
<i>Mimosa bimucronata</i>	76		
<i>Copaifera langsdorffii</i>	64	SG	72
<i>Hymenaea courbaril</i>	80		

Com isso, foi determinada a densidade padrão de cada grupo, considerando-se no total 40% sementes pequenas, 40% de sementes muito pequenas e 20% sementes médias/grandes. Posteriormente, a densidade

padrão foi inicialmente multiplicada por cinco vezes mais que o necessário, considerando o potencial de perda de sementes ou germinação deficiente por conta das condições climáticas ou predação. Com base nessa densidade padrão, denominada d2, estabeleceram-se quatro densidades, compreendendo diferentes tratamentos (Tabelas 3 e 4), a d1 referente à metade da d2, a d3 referente ao dobro da d2 e a d4, referente ao dobro da d3.

Tabela 3. Cálculo utilizado para estabelecer as densidades propostas para cada grupo de sementes.

Grupo semente	Proporção (%)	Total de plântulas	Germinação (%)	Número sementes/ha
Sementes PP	40	666	64,5	1.032
Sementes P	40	666	76	876
Sementes G	20	333	72	462

Tabela 4. Densidade (d) de sementes utilizadas por hectare, convertida para o tamanho da área em estudo de 600m², em número de sementes por parcela, considerando os diferentes grupos de espécies e classificadas pelo tamanho das sementes. SP – Sementes pequenas, SPP – Sementes muito pequenas, SG – Sementes médias-grandes.

Grupo	Número base	d1	d2	d3	d4
SP	3,87*5	9,67	19,35	38,7	77,4
SPP	3,28*5	8,2	16,4	32,8	65,6
SG	1,738*5	2,16	8,69	17,38	34,76
Total	44,44	20,03	44,44	88,88	177,76

Na tabela 5, são apresentadas, para cada densidade, a distribuição de sementes de cada uma das espécies selecionadas.

Tabela 5. Divisão exata do número de sementes por espécie consideradas na implantação do experimento.

Grupos de Sementes				Total sementes por densidade
Tratamentos	SPP	SP	SG	
D1	3 <i>M. bimucronata</i>	5 <i>A. colubrina</i>	1 <i>H. courbaril</i>	20
	3 <i>C. floribundus</i>	5 <i>S. polyphylla</i>	1 <i>C. langsdorffii</i>	
	2 <i>G. ulmifolia</i>			
D2	5 <i>M. bimucronata</i>	10 <i>A. colubrina</i>	5 <i>H. courbaril</i>	44
	5 <i>C. floribundus</i>	9 <i>S. polyphylla</i>	4 <i>C. langsdorffii</i>	
	6 <i>G. ulmifolia</i>			
D3	11 <i>M. bimucronata</i>	19 <i>A. colubrina</i>	8 <i>H. courbaril</i>	89
	11 <i>C. floribundus</i>	20 <i>S. polyphylla</i>	9 <i>C. langsdorffii</i>	
	11 <i>G. ulmifolia</i>			
D4	22 <i>M. bimucronata</i>	39 <i>A. colubrina</i>	18 <i>H. courbaril</i>	178
	22 <i>C. floribundus</i>	38 <i>S. polyphylla</i>	17 <i>C. langsdorffii</i>	
	22 <i>G. ulmifolia</i>			

SP – Sementes pequenas, SPP – Sementes muito pequenas, SG – Sementes médias-grandes.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, considerando quatro blocos (repetições) de 150 m². Cada bloco foi composto por quatro parcelas de 37,5 m² (7,5 m x 5,0 m) em área de 600 m², com área total de 831 m². Considerando o espaçamento entre parcelas de 1,5 m e 1,5 m entre linhas, sendo alocada 3 linhas por parcela (Figura 2), cada uma compreendendo um tratamento de densidade. O preparo do solo foi realizado um dia antes da semeadura, inicialmente com a capina semi-mecanizada, com uso de enxada e roçadeira costal visando a remoção de gramíneas invasoras e outras plantas ruderais.

Posteriormente utilizou-se um tratorito, com intuito de descompactar o solo e riscar as linhas para receber a semeadura (Figura 4). Não foi utilizado nenhum tipo de adubo ou preparo químico no solo. A semeadura foi realizada no

mês de abril, no outono em 2023, considerando a mistura de espécies (composta pelo número de sementes em cada densidade) (Figura 5). A alocação das densidades de cada parcela foi feita de forma aleatória. As sementes foram semeadas manualmente nas linhas, e enterradas de 2 a 3 cm de profundidade da superfície do solo.

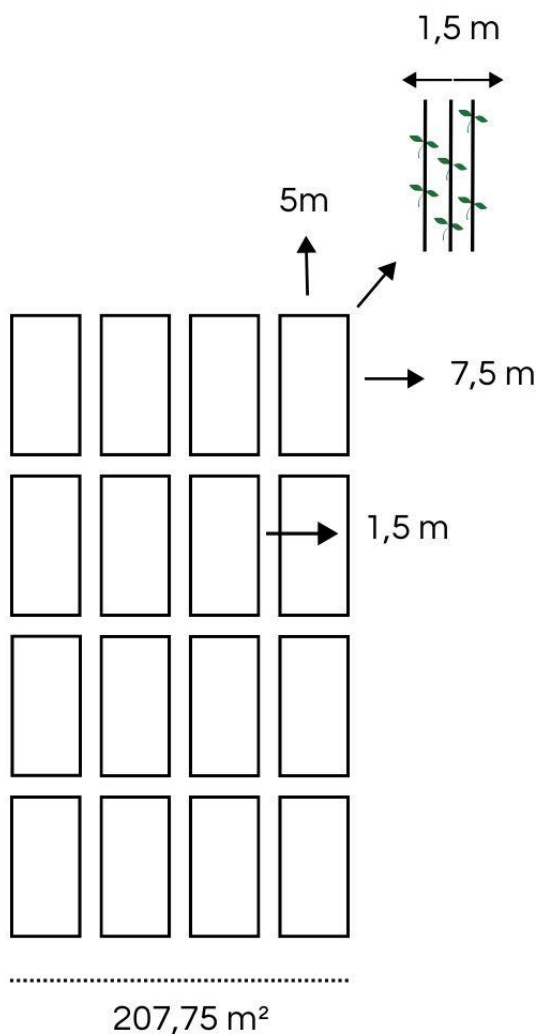


Figura 2- Distribuição das parcelas por bloco na área de estudo em Taubaté,SP .

Após a implantação, foi feita irrigação manual na área duas vezes na semana, dado que a semeadura ocorreu no final do período chuvoso. utilizando um regador de 10 litros. Para um maior controle da irrigação, utilizou-se dois regadores por linha. O manejo de plantas espontâneas foi realizado três vezes durante os 180 dias de avaliação utilizando-se de roçadeira nas entrelinhas e

capina manual com enxada nas linhas, coroando, por fim, as plântulas emergentes.

As avaliações de campo (totalizando 28) foram realizadas semanalmente para o acompanhamento da germinação, considerada pela emergência e presença de plântulas com as folhas cotiledonares expandidas (Barradas; Handro, 1974).

Para a análise de estabelecimento, foram consideradas as plântulas com altura mínima de 1,0 cm. Estas avaliações foram conduzidas quinzenalmente (totalizando 9). A partir deste momento, foram consideradas as medidas de diâmetro à altura do solo (DAS), com o uso de paquímetro e a altura total (da base da planta junto ao solo até a última gema apical do ramo principal), realizada com o auxílio de régua milimetrada.

Avaliou-se também a distância entre os indivíduos de cada uma das espécies, com o intuito de verificar como a densidade da sementeira influencia a ocupação espacial pelas plantas, além de possibilitar visualização da ocupação e dinâmica de estabelecimento das plântulas ao longo do tempo. Para isto, foram mensurados os espaços entre os indivíduos emergentes na parcela (Figura 3).

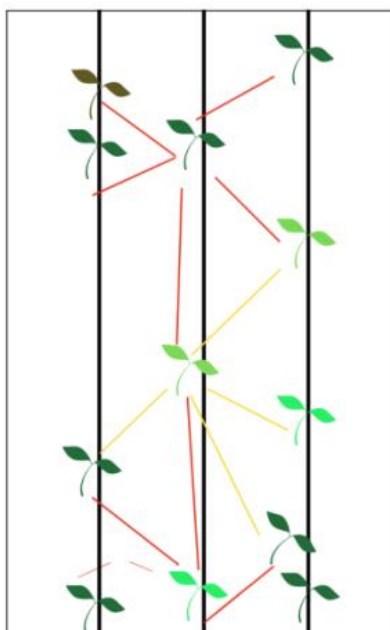


Figura 3. Esquema das medições da distância entre plantas dentro da parcela.

Em cada parcela foram alocados aleatoriamente nos indivíduos da linha central, no máximo sete pontos, que foram determinados de acordo com o número de indivíduos emergentes, obrigatoriamente alocados em espécies diferentes, quando presentes, alternando-se a cada avaliação. Foram avaliadas as distâncias e as espécies das cinco plântulas mais próximas dos pontos centrais. Quando a ocorrência de plântulas na linha central era menor do que sete, o número de pontos centrais considerado foi igual ao número de plântulas. A duração total do experimento foi de 180 dias.



Figura 4- Preparo da área (A e C); Semeadura direta (B).

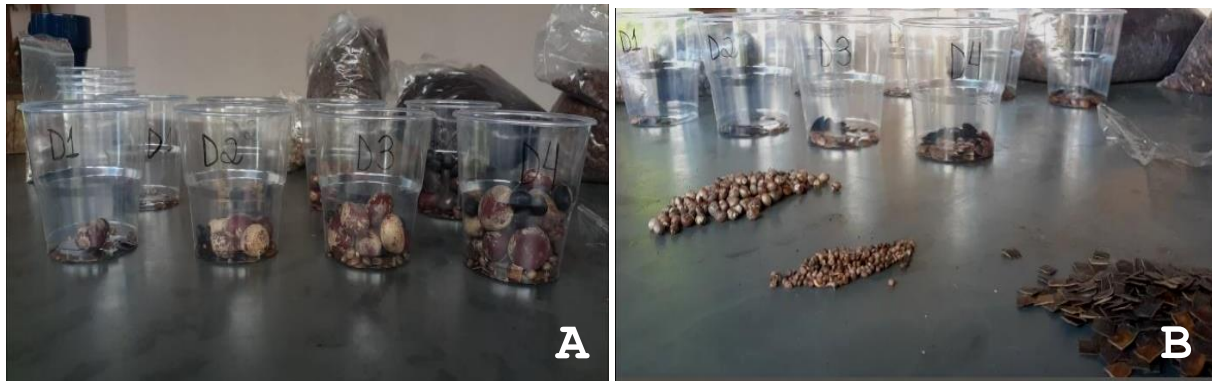


Figura 5- Mix das sementes florestais distribuído dentro de cada densidade (A); Sementes das espécies semeadas (B).

Após as coletas de dados, de cada uma das avaliações, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey a 0,05 de significância para a comparação de médias em cada um dos tempos de avaliação, dos quais apresentaram significância, considerando as variáveis: emergência de plântulas, altura e diâmetro. Para isso, utilizou-se o *software* R (R Development Core Team, 2012). Para a variável distância média entre plântulas, não foi possível realizar ANOVA, uma vez que algumas parcelas não apresentaram emergência de plântulas na linha central, ocorrendo assim lacunas, e conseqüentemente, ausência de repetições para algumas densidades de semeadura. Dessa forma, esse parâmetro foi avaliado considerando apenas os valores médios.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, considerando os resultados de campo, não foi observada emergência de plântulas para uma espécie, *Mimosa bimucronata*. A espécie *Guazuma ulmifolia*, apesar de ter emergência não houve nenhum indivíduo vivo ao final do experimento; e para as outras cinco espécies observou-se o estabelecimento em campo ao final do período de avaliação que teve início em abril e finalizou em outubro. Apesar do estabelecimento de plântulas no campo, esse resultado foi diferente do observado em laboratório, em que todas apresentaram as taxas de germinação acima de 60%. Segundo David e Silva

(2008) essa diferença se dá por conta da dormência e das variáveis bióticas e abióticas no campo que podem interferir a taxa de emergência e de estabelecimento de plântulas, uma vez que no campo as condições nem sempre são ideais (Figura 6).



Figura 6- Plântulas das espécies semeadas em campo, 90 dias após a semeadura– (A e B) *C. langsdorffii*; (C e D) *A. colubrina* (E e F); *G. ulmifolia*; (G e H); *S. polyphylla* (I e J); *H. courbaril* (K e L) *C. floribundus*.

Em campo, aos 180 dias após a semeadura obteve-se em média ± 4 indivíduos formados, cerca de 20% do total semeado no tratamento de densidade 1, média de ± 6 indivíduos, 13,63% no tratamento 2, média de ± 11 indivíduos para o tratamento 3, com cerca de 12,36% e média de ± 21 indivíduos para o tratamento 4, representando cerca de 11,80% (Tabela 6).

Tabela 6. Número de sementes semeadas e número de plântulas emergidas e porcentagem de germinação em cada uma das densidades de semeadura estudadas.

Tratamentos	Número de Sementes semeadas	Número de plântulas emergidas	% de emergência
Densidade 1	20	4	20%
Densidade 2	44	6	13,63%
Densidade 3	89	11	12,36%
Densidade 4	178	21	11,80%

D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.

O tratamento com maior número de plântulas emergentes e estabelecidas durante e ao final das 28 avaliações foi o tratamento de densidade 4 (44 sementes/parcela), diferindo significativamente ($p < 0,05$) de todos os tratamentos avaliados (Tabela 7). Entre os tratamentos de densidade 1, 2 e 3 também apresentaram diferença estatística, sendo essa diferença acentuada nas avaliações 27° e 28°, onde o tratamento de densidade 1 (4 plântulas) apresenta divergência do tratamento de densidade 3 (11,25 plântulas); já o tratamento 2 (6 plântulas) apresenta similaridade com os tratamentos 1 e 3 (Tabela 7) não apontando, a princípio, competição/inibição entre as plântulas, no estabelecimento inicial das espécies, independente das densidades estudadas.

Os indivíduos que emergiram ao longo das avaliações e se estabeleceram ao final dos 180 dias ($n = \pm 42$) representa 12,69% do total semeado entre os quatro tratamentos. Destes, cerca de 11,48% germinaram até a décima avaliação, por volta de 70 dias após a semeadura.

Entre as espécies de destaque no parâmetro emergência, *Senegalia polyphylla* foi a espécie mais rápida, com o surgimento das primeiras plântulas ocorrendo já na primeira avaliação, prosseguindo com indivíduos emergentes até a quarta avaliação (Figura 7). Segundo Oliveira (1999) a germinação dessa espécie tem início de 3 a 10 dias após a semeadura.

Tabela 7. Média da emergência de plântulas (em média de número de plântulas) de espécies florestais semeadas nas densidades 1,2,3 e 4, considerando 28 avaliações semanais.

Tratamento	Avaliações	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Variável		Emergência														
Densidade 1		1,25 b	2,75 b	2,75 b	3 b	3,5 b	3,5 c	3,5 c	3,5 c	3,5 c	3,75 c	3,75 c	3,75 c	4 c	4,25 b	
Densidade 2		1,25 b	2,76 b	3,75 b	4 b	4,25 b	4,5 bc	4,5 bc	5 bc	5,25 bc	5,25 bc	5,25 bc	5,5 bc	6 bc	6 b	
Densidade 3		2,75 ab	3,5 b	6,5 b	7,5 b	7,75 b	9,5 b	9,75 b	10 b	10,5 b	11,25 b	11,25 b	5,5 b	11,75 b	12 b	
Densidade 4		5,75 a	10,5 a	12,25 a	14 a	16 a	16,5 a	17 a	18,5 a	18,75 a	19 a	19,25 a	19,5 a	20,25 a	21,25 a	
Tratamento	Avaliações	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Variável		Emergência														
Densidade 1		4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4,25 b	4 c	4 c
Densidade 2		6 b	6 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	5,75 b	6 bc	6 bc
Densidade 3		12,25 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,75 b	11,25 b	11,25 b
Densidade 4		21,25 a	21,25 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21,25 a	20 a	21 a

D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.

*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estudos recentes (Piotrowski et al., 2023) também destacaram *S. polyphylla* com alta emergência e estabelecimento de plântulas em campo. *Senegalia polyphylla* foi ainda a espécie com maior número de plântulas estabelecidas. Das 288 sementes semeadas na área total, 88 formaram plântulas, o que corresponde a cerca de 30,5%.

Considerando uma média de ± 11 indivíduos na densidade 4; ± 5 indivíduos na densidade 3, ± 4 indivíduos na densidade 2 e ± 2 indivíduos na densidade 1 (Figura 7-A e Figura 8). Segundo Piotrowski (2020), *S. polyphylla* apresenta alta aptidão para semeadura direta, consequência da sua alta germinação e estabelecimento em campo. Essa espécie ainda é reconhecida por seu alto desempenho em crescimento e probabilidade de sucesso (Piotrowski et al. 2023), o que deve ser considerado no momento de determinar a densidade de semeadura, para evitar a predominância de apenas uma espécie. Tal fato reforça nosso objetivo em encontrar densidades adequadas para a semeadura direta.

As sementes de *Hymenaea courbaril* começaram a apresentar emergência a partir da quinta semana de avaliação (Figura 7-E) se estendendo até a última avaliação. Segundo Cruz e Pereira (2015) para as sementes não submetidas à superação da dormência de *H. courbaril*, a germinação inicia em média aos 29 dias após a semeadura. No nosso estudo verificamos as primeiras emergências com 20 dias após a semeadura. Entretanto, condizendo com a literatura, a emergência ocorreu a partir da quinta semana avaliada, sendo desuniforme a sua emergência, característica da espécie quando não é realizada a superação da dormência.

Em ambientes naturais, a espécie tem sua dormência superada após a ingestão por animais (Jatobá, 2011). Com a superação da dormência, a germinação tem início entre 10 a 20 dias após a semeadura (Ferreira; Sampaio, 2000). Com pouca variação entre os tratamentos de superação de dormência, podendo esta ser dispensada nos projetos de restauração florestal, utilizando a semeadura direta.

A espécie *Copaifera langsdorffii* teve desempenho semelhante ao *H. courbaril* com germinação concentrada a partir do vigésimo quinto dia de

avaliação de semeadura até o centésimo décimo segundo dia (Figura 7-C). As sementes de *C. langsdorffii* apresentam comportamento ortodoxo e germinam em um período inferior a 15 dias (Cunha et al., 1996) semelhante ao início da germinação do presente estudo, no entanto, sua concentração foi mais tardia. Apesar de Bezerra et al. (2002) e Salomão et al. (2003) indicarem a utilização da superação de dormência para a germinação de sementes desta espécie, trabalhos Pereira et al. (2013) afirmam que os resultados alcançados em campo não eram esperados, uma vez que a superação de dormência diminuiu a porcentagem de emergência de plântulas de *C. langsdorffii*. Isso ressalta o comportamento distinto da espécie e a existência de variação no grau de dormência de sementes que pode ocorrer entre populações, indivíduos e até mesmo em uma única matriz. No entanto, ainda assim apontam a espécie com potencial para semeadura direta.

Mimosa bimucronata não apresentou nenhum indivíduo emergente em nenhum dos tratamentos. A emergência e estabelecimento das espécies depende de fatores abióticos como a profundidade de semeadura e condições de luz e temperatura, os quais no campo são filtros atuantes, que por consequência, inviabilizam a emergência (Doust; Erskine; Lamb, 2006). Alguns trabalhos utilizando essa espécie observaram ótimos resultados em relação a sua germinação (Gazzola et al., 2023). Para esta espécie, a germinação geralmente tem início sete dias após a semeadura, ocorrendo até o 37º dia (Carvalho, 2004).

C. floribundus, *A. colubrina* e *G. ulmifolia*, no geral, tiveram poucos indivíduos emergentes. *C. floribundus* teve suas primeiras plantas emergentes somente após a 13ª avaliação, anteriormente a isso, houve somente um indivíduo emergente no tratamento de densidade 3 (Figura 7-D). Segundo os autores, a sua emergência ocorre entre 5 a 10 dias após a semeadura, podendo se estender até 90 dias para as sementes sem superação de dormência (Durigan, 2002).

G. ulmifolia mesmo apresentando indivíduos emergentes, não teve nenhum indivíduo estabelecido no final das avaliações (Figura 7-F). Outros autores também relataram a dificuldade de germinação dessa espécie (Sampaio

et al., 2019; Oliveira et. al., 2019). *G.ulmifolia* apresenta dormência, e consequentemente a germinação variável e irregular, uma vez que possui grande quantidade de sementes não-viáveis, podendo alcançar resultados de nenhuma ou baixa emergência (Carvalho, 2007).

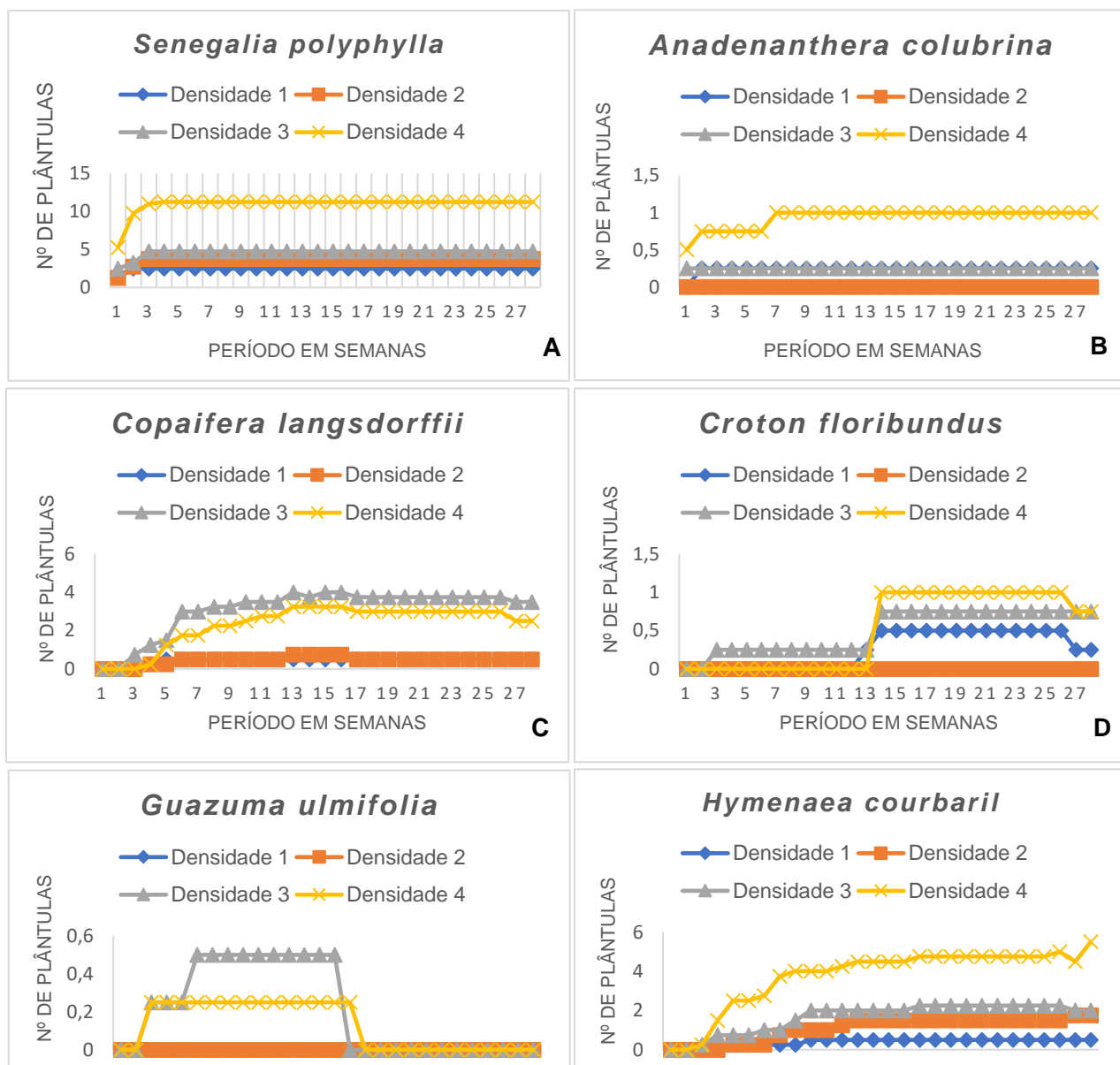


Figura 7- Número de plântulas emergentes avaliadas semanalmente; espécie semeadas nas densidades 1, 2, 3 e 4. A- *S. polyphylla*; B- *A. colubrina* ; C- *C.langsdorffii* ; D- *C. floribundus*; E- *H. courbaril* e F- *G. ulmifolia*. Densidade 1 = total 20 sementes/parcela, Densidade 2 = total 44 sementes/parcela, Densidade 3= total 89 sementes/parcela, Densidade 4= total 178 sementes/parcela.

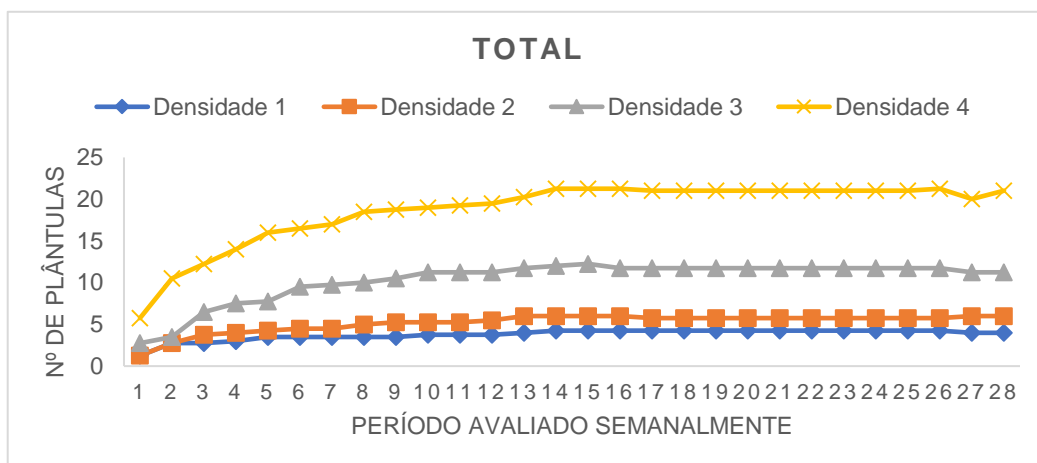


Figura 8-Total de plântulas emergentes nos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4 no final das 28 avaliações; D1 = total 20 sementes/parcela; D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.

Ao avaliar as espécies por grupo (Figura 9 e Tabela 8), como feito na classificação das sementes, de acordo com seus respectivos tamanhos, as sementes P (sementes pequenas) e G (sementes médias-grandes) apresentaram um melhor desempenho nas avaliações, quando comparadas as sementes PP (sementes muito pequenas). As sementes P, agrupa *S.polyphylla* e *A.colubrina*, que por sua vez, tendem a apresentar desempenho inferior às sementes grandes na semeadura direta (Doust; Erskine; Lamb, 2006; Santos et al., 2012). No nosso estudo, *S.polyphylla* destacou-se pela alta emergência e estabelecimento, diferente de *A.colubrina*, também pertencente as sementes P, a qual apresentou baixa germinação em campo.

Tabela 8 - Porcentagem de plântulas estabelecidas por grupos de sementes. SP = Sementes pequenas; SPP = sementes muito pequenas; SG = sementes média/grandes

	D1	D2	D3	D4	TOTAL	% de sementes semeadas	Média Plântulas estabelecidas	% plântulas germinadas
SP	10	19	39	77	145	43,28	23,1	15,93
SPP	8	16	33	66	123	36,71	1,61	1,31
SG	2	9	17	35	63	20	13,22	20,98

D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.

SP = Sementes pequenas; SPP = sementes muito pequenas; SG = sementes média/grandes

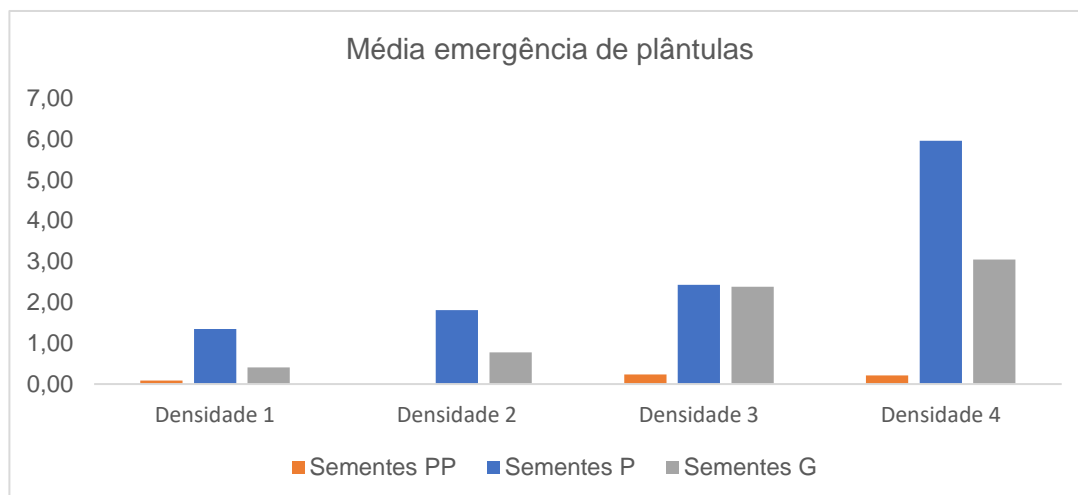


Figura 9- Média de emergência de plântulas estabelecidas nos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4; D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.

Levando-se em conta a proporção da sementeira de 20% para sementes médias-grandes (SG) comparado a 43,28% de sementes pequenas (SP), o grupo de sementes médias-grandes apresentou um melhor desempenho em germinação e estabelecimento, com 20,98% de estabelecimento e Sementes Pequenas com 15,93% (Tabela 8).

Palma; Laurance (2015); Ceccon; González; Martorell (2016) e Souza e Engel (2018) mostram que as sementes maiores apresentam maior taxa de germinação. O desempenho pode ser explicado por sua maior tolerância as diversas condições de campo durante o estabelecimento, uma vez que sementes maiores possuem mais reservas (Baskin; Baskin., 1998; St-Denis et al., 2013; Tunjai; Elliot, 2012). As espécies com sementes pequenas, de maneira geral, produzem plântulas mais vulneráveis a condições ambientais e suas intempéries (Camargo et al., 2002). Outros estudos com sementeira direta apresentaram baixa taxa de emergência com a utilização de sementes pequenas (Ceccon et al., 2016; Meli et al., 2017) dado a justificativa que as mesmas podem sofrer mais facilmente com erosão e a lavagem superficial comparado às espécies com sementes grandes (Correia et al., 2021).

No presente estudo se verificou problema com formigas na implantação, o que pode ter prejudicado a emergência e estabelecimento de algumas espécies de sementes P e PP, caso mencionado também nos estudos de Pellizzaro et al. (2017) que adicionam a herbivoria por formigas, como causa da baixa emergência no campo.

A altura de plântulas apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos apenas no último período de avaliação, aos 180 dias, com a média de 19,22 cm para a densidade 2; 16,05 para o tratamento 3; 15,32 para o tratamento 4 e 14,05 para o tratamento 1. Isso indica um possível início de competição entre as espécies, uma vez que a alta concentração de indivíduos por área prejudica o desenvolvimento e crescimento dos indivíduos arbóreos, relação essa à competição intra e interespecífica (Meli et al., 2017).

Para o presente estudo, as espécies com a maior média de altura foram *H. courbaril* com média de 22,5 na densidade 2 e *S. polyphylla* com média de 19,54 cm também na densidade 2.

Nota-se, claramente na figura 10 e 11, o comportamento singular de cada espécie. *H. courbaril* (Figura 10-C), classificada como uma espécie não pioneira já tem indivíduos emersos com alturas relativamente grandes e altura progressiva em todas as avaliações. O crescimento rápido dessa espécie pode ser explicado pelo tamanho da sua semente (Cartaxo, 2009; Ferreira et al., 2009). *C. langsdorffii*, apesar de emergir com indivíduos pequenos, apresenta rápido crescimento, característica similar ao *H. courbaril*, com rápido crescimento (Figura 10-B).

Já *S. polyphylla* mantém-se com baixo crescimento, com média de 4,8 cm até a sexta avaliação, a partir da avaliação sete a espécie assume um comportamento diferente e seu de crescimento dispara, atingindo a média de 19,54 cm na última avaliação, na densidade 2 (Figura 10-A). *A. colubrina* e *G. ulmifolia* apresentaram crescimento lento, *G. ulmifolia* não apresenta indivíduos sobreviventes ao final das avaliações (Figura 10-E;10-F). A espécie *C. floribundus* apesar de sua emergência tardia, apresentou rápido crescimento, quando comparado o seu desenvolvimento às outras espécies que tiveram germinação antecedente e desenvolvimento similar (Figura 10-D).

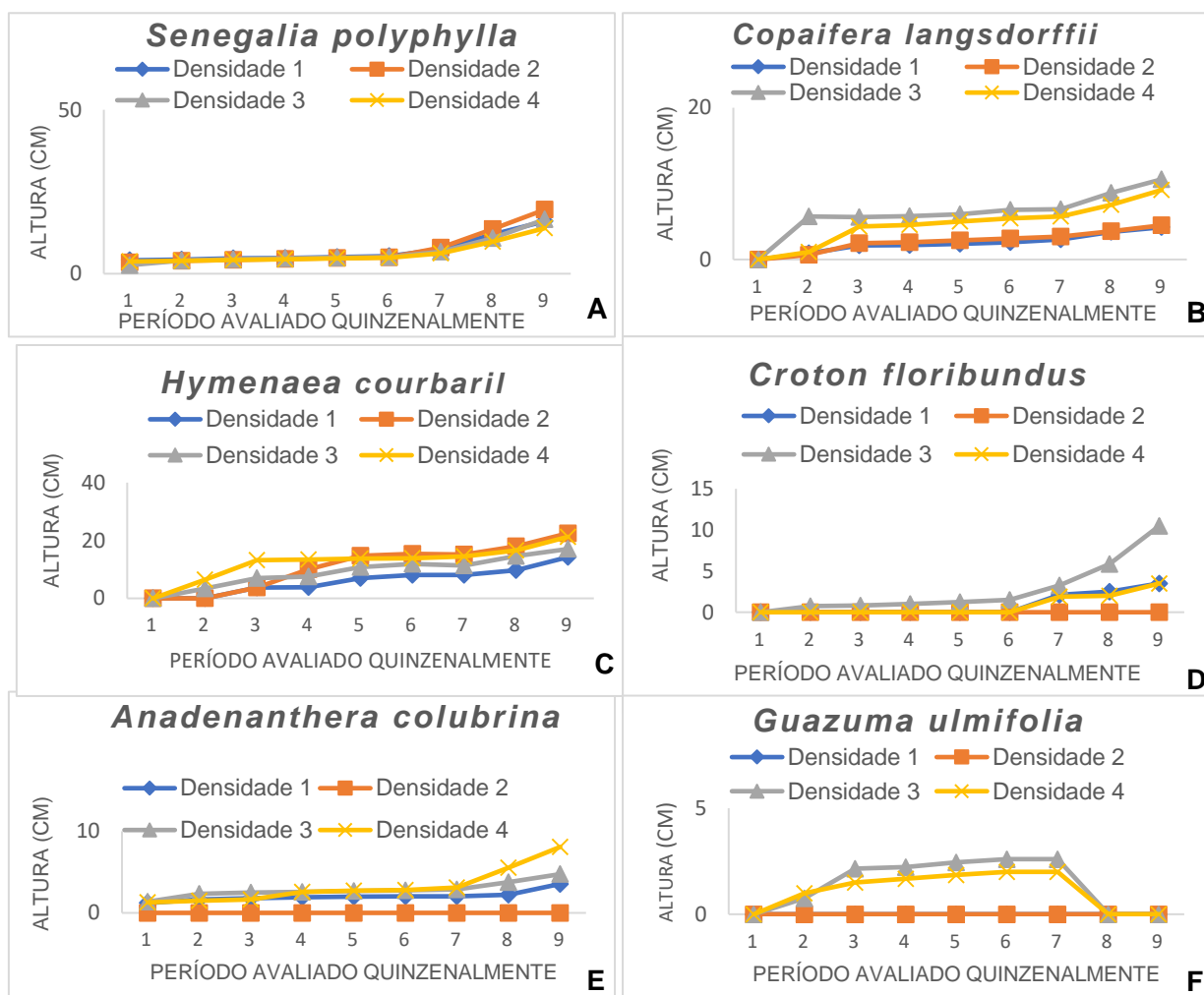


Figura 10- Média de altura da espécies estabelecidas nos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4. A- *S. polyphylla*; B- *C. langsdorffii*; C- *H. courbaril*. D- *C. floribundus*; E *A. colubrina*; e F- *G. ulmifolia*. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.

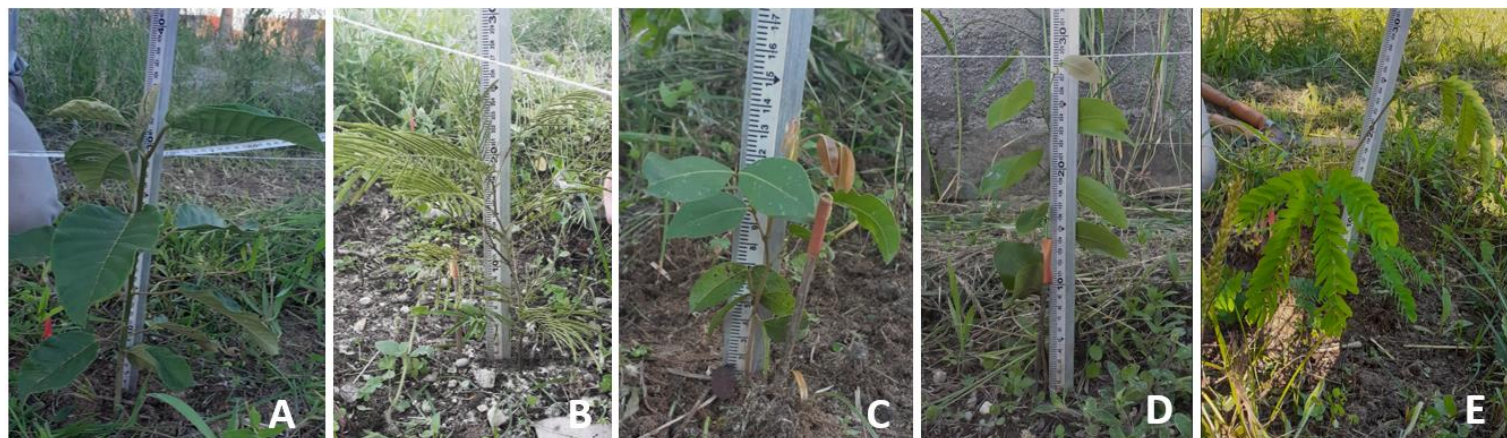


Figura 11- Espécies estabelecidas no final do período de 180 dias de avaliação. A- *C. floribundus*; B- *A. colubrina*; C- *C. langsdorffii*; D- *H. courbaril* e E- *S. polyphylla*.

No nosso estudo, para o período avaliado, observou-se maiores valores absolutos de crescimento para os grupos de sementes médias-grandes em todos os tratamentos (densidades) avaliados (Figura 12). O desempenho das espécies por grupo de sementes, apresentou dados diferentes do encontrado na literatura, uma vez que o nosso período de avaliação se limitou a 180 dias. Estudos como Pereira (2012); Aguirre et al., (2015); Souza; Engel (2018) apresentam maiores valores de crescimento para sementes pequenas e menores valores para espécies grandes, no entanto o período de avaliação ocorreu entre 366 a 732 dias, diferindo assim no tempo de avaliação entre os estudos comparados.

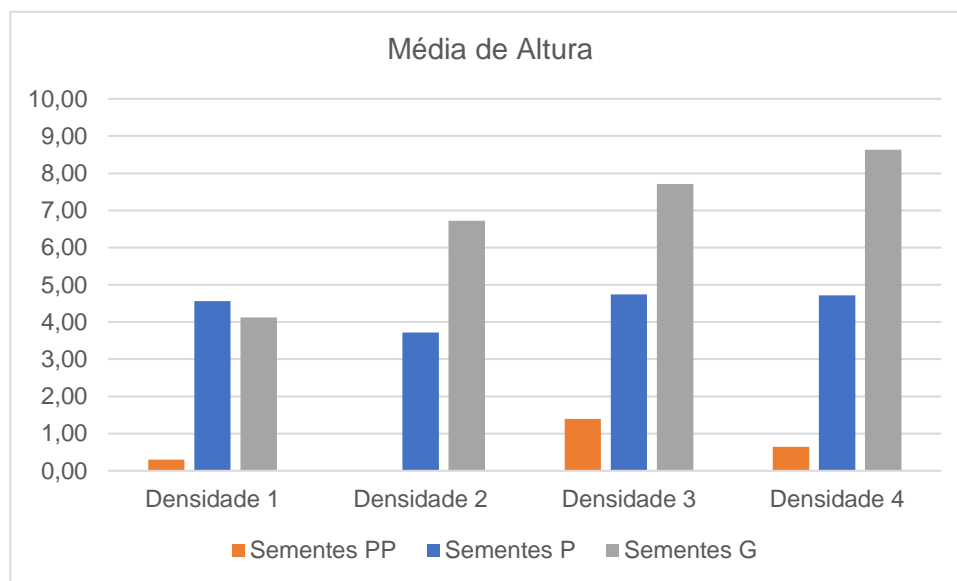


Figura 12-Média de altura por grupo de sementes entre os tratamentos de densidade 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela.

Para o diâmetro à altura do solo (Figuras 13, 14 e 15), não houve diferença em nenhum período avaliado entre os tratamentos, sendo o maior valor absoluto para densidade 2, representado pela espécie *H. courbaril* com 3,8 mm; e o menor para densidade 4, o *A. colubrina* com média de 1,12 mm. Isso evidencia a ausência de efeitos da densidade de semeadura no desenvolvimento das plântulas até o 180º dia de avaliação.

A variável diâmetro do caule é uma característica importante para ser avaliada, haja vista que quanto maior o seu valor, mais saúde, vigor e robustez apresenta a plântula, além de, maior resistência para o tombamento (Melo et al., 2004). Um maior diâmetro, dentro de cada espécie estudada, está associado à porcentagem de sobrevivência e crescimento mais acentuado do sistema radicular e da parte aérea da plântula (Sturion; Antunes, 2000).

Apesar de não ocorrer diferença significativa entre os valores avaliados, nota-se que entre as espécies do grupo de sementes médias-grandes, quando comparadas aos demais grupos, apresenta um valor maior no parâmetro avaliado, possivelmente devido a reserva nutricional dessas espécies, que pode

ser explicado pelo tamanho da sua semente (Cartaxo, 2009; Ferreira et al., 2009).

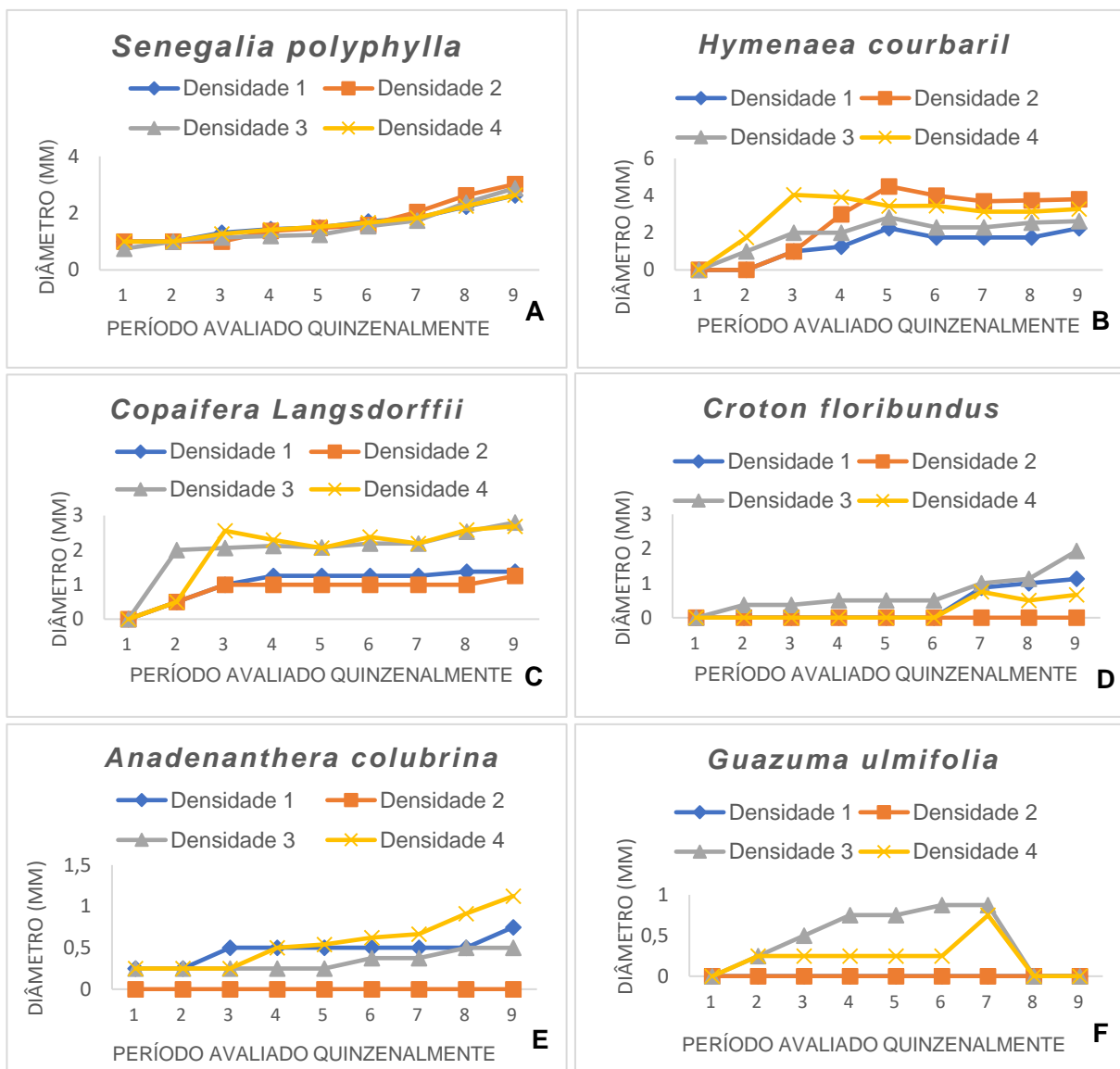


Figura 13- Média de diâmetro por espécie nas densidades 1,2,3 e 4. A- *S. polyphylla*; B- *H. courbaril*; C- *C.langsdorffii*; D- *C.floribundus*; E- *A.colubrina* e *G.ulmifolia*-. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela

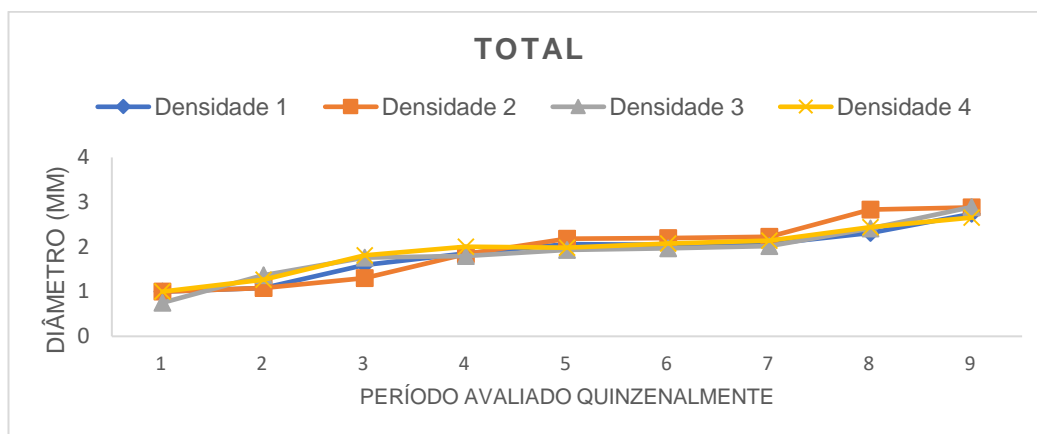


Figura 14- Média total do diâmetro das espécies estabelecidas nas densidades 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela

As espécies *A.colubrina* e *S. polyphylla*, agrupadas no grupo de sementes pequenas, descritas como espécies pioneiras, rústicas e de rápido crescimento (Lorenzi, 1992; Carvalho, 2008), apontaram maior investimento no crescimento da parte aérea. O crescimento em diâmetro foi maior no grupo de sementes médias-grandes, o que permite inferir que essas espécies por ter maior conteúdo de substância de reserva, investem mais translocação de assimilados para o desenvolvimento do sistema radicular.

O grupo de sementes PP apresentou diâmetro inferior a todos os outros grupos. Outros estudos apresentaram resultados semelhantes, atribuindo a característica ao tamanho das sementes, indicando que espécies com sementes maiores apresentam um estabelecimento precoce (Ceccon et al., 2016; Hossain et al., 2014; Pereira et al., 2013; Tunjai; Elliot, 2012; Wang et al., 2011). O contrário ocorre com o grupo das de pioneiras, consequência que, impacta diretamente nas características do grupo de espécies de sementes pequenas no período de estabelecimento, uma vez que produzem plântulas mais suscetíveis a condições ambientais negativas (Camargo et al., 2002).

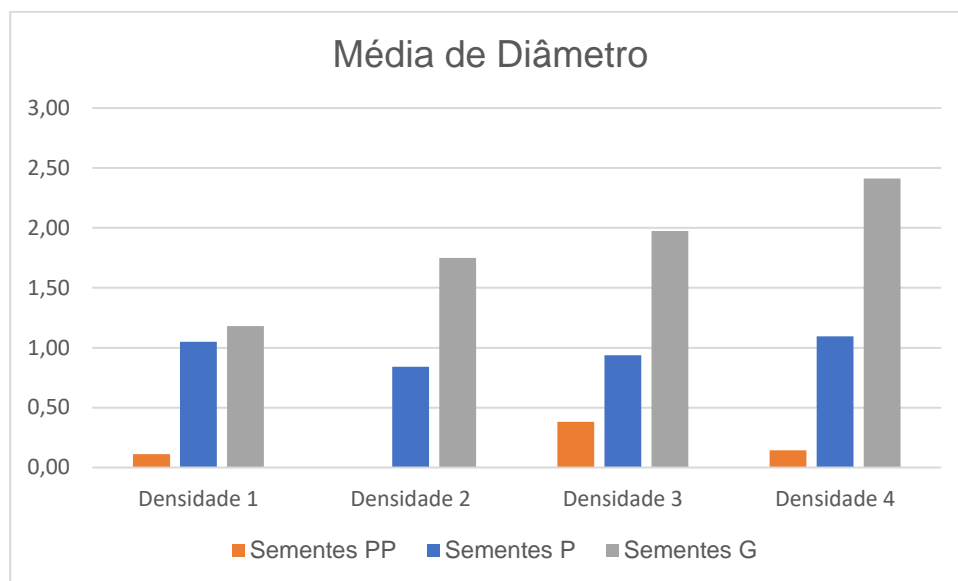


Figura 15- Média de diâmetro por grupo de semente dos tratamentos de densidade 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela

A avaliação dos espaçamentos (Figura 16) entre as plântulas considerou todas as plântulas emergentes na linha central de cada parcela, independentemente da espécie. Essa variável pode ser utilizada para avaliar a dinâmica de ocupação do espaço pelas espécies semeadas via semeadura direta em cada uma das densidades propostas.

Na densidade 4, a maior estudada, observou-se espaçamento médio de 1,494 m entre plântulas 180 dias após a semeadura, sendo o menor quando comparado às demais densidade analisadas, e o maior espaçamento médio foi de 3,677 m na densidade 1.

Nota-se que as médias tendem a estabilizar a partir do septuagésimo quinto dia de avaliação para os tratamentos de densidade 1,2 e 3, variando até a avaliação 7 na densidade 4 (Figura 16-A). Isso ocorre devido a formação de plântulas se manter até esse momento, uma vez que para o tratamento 4 foram semeadas um maior número de sementes e a formação de plântulas ocorreu até um momento mais avançado do que para os demais tratamentos.

A figura 16 -B apresenta a diferença entre as médias de distância de cada tratamento, demonstrando de forma clara a diferença entre eles quanto á formação de plântulas e seus espaços ocupados. Atendendo ao plantio de

mudas tradicional de 1.667 mudas/ha, que utiliza o espaçamento de 3x2, o tratamento de densidade 2 seria o mais relevante, uma vez que pequenos espaçamentos entre as plântulas (como é o caso do tratamento de densidade 4) seria desvantajoso para a execução de métodos mecânicos de controle de plantas espontâneas. Além disso, a execução com métodos manuais (com facões e enxadas) também não seriam aplicáveis para áreas muito grandes, devido ao seu baixo desempenho e alto custo com mão de obra (Durigan et al., 2013).

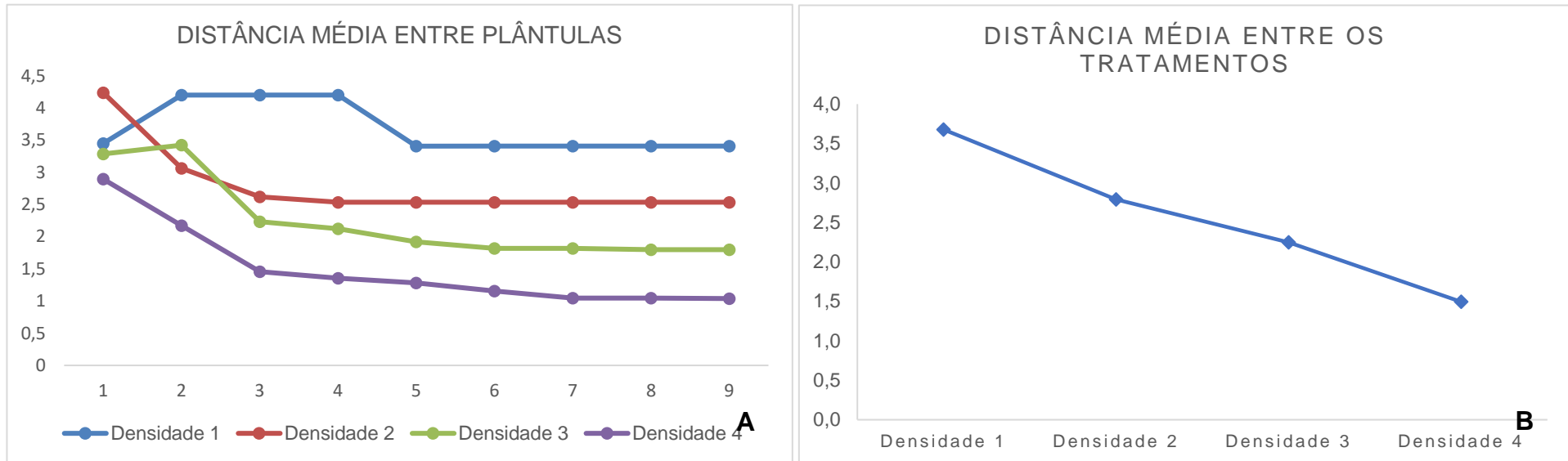


Figura 16-A. Média dos espaçamentos mensurados, em metros, entre plântulas de espécies florestais nas densidades (D) 1,2,3 e 4, considerando 9 avaliações quinzenais. B- Média entre os tratamentos para as densidades 1,2,3 e 4. D1 = total 20 sementes/parcela, D2 = total 44 sementes/parcela, D3 = total 89 sementes/parcela, D4 = total 178 sementes/parcela

Sem tratamento para a superação da dormência, fica evidente que as condições ambientais, por meio da oscilação térmica e umidade do solo foi o responsável por tornar o tegumento da semente cada vez mais permeável água do solo e à troca de gases; fator esse responsável também pela estrutura e composição das espécies e suas variações entre as comunidades pesquisadas. Tais aspectos podem ser ecologicamente relevantes na dinâmica das comunidades formadas, e se avaliados a longo prazo, podem ser critério também utilizável na escolha do método a ser utilizado, considerando o grande número de variáveis ambientais que podem interferir no estabelecimento e comportamento das espécies em determinado local (Martins, 2001).

Com isso, deve-se conhecer o comportamento e as exigências de cada espécie de forma intraespecífica e interespecífica levando em consideração que cada metodologia aplicada funciona sob um conjunto de condições adequadas e principalmente particulares, onde nem sempre serão expressas em outras épocas e lugares (Martins, 2001); no estudo proposto, considerou-se apenas sete espécies da Mata Atlântica e quatro densidades, portanto, a utilização de vários tratamentos e combinações entre outras espécies, torna-se útil para entender a dinâmica e estabelecimento destas, para serem pretendidas para restauração áreas degradadas.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AS VARIÁVEIS ANALISADAS

No presente estudo a densidade não apresentou efeitos diretos de competição para a emergências de plântulas e para avaliação do parâmetro diâmetro. No entanto, na última avaliação de altura constatou-se efeito entre os tratamentos no desenvolvimento das plântulas, associado à variável densidade.

A emergência e o estabelecimento de plântulas foram inferiores ao observado no teste de laboratório para todas as espécies, resultando em uma densidade de plântulas também baixa em relação à densidade de sementes semeadas. A densidade final de plântulas estabelecidas por parcela decorridos os 180 dias foi em média 3,75 plântulas para o densidade 1, 5,63 plântulas para a densidade 2, 11 para a densidade 3 e 19,73 para a densidade 4.

Estudos como de Isernhagen (2010) e Araki (2005) relatam o alcance de alta densidade populacional em seus estudos com semeadura direta; no entanto, para atingir esses resultados utilizou-se uma densidade de sementes muito maior 340.000–1.480.000 sementes/ha e 299.600 sementes/ha, respectivamente. Comparando as respectivas densidades com o nosso estudo, para a nossa maior densidade (D4) foram utilizadas 178 sementes por parcela, convertendo a densidade de 340.000 sementes para as nossas parcelas de 37,5 m², seriam utilizadas em média 1275 sementes/parcela, o que acarreta em maiores custos com sementes e geração de um futuro impacto nos ecossistemas naturais com a coleta de sementes em grandes quantidades (Durigan et al., 2013).

A densidade ideal para restaurar áreas degradadas depende de fatores como: urgência de estabelecimento de plântulas, velocidade de cobertura de solo e condições de gerenciamento da área (mecanização, distância, etc.) (Burton et., 2006), além da necessidade de considerar o controle de plantas ruderais, uma vez que não permite a mecanização e demanda roçada em áreas com espaçamentos irregulares, principalmente para semeaduras feita a lanço, quando comparado à semeadura feita em linha. Além disso, priorizar e selecionar espécies com germinação e crescimento rápido trará um recobrimento mais rápido do solo e conseqüentemente menor necessidade de manutenções (Douglas et al., 2007).

De acordo com do presente estudo, a espécie *S.polyphylla*, do grupo de sementes pequenas (SP) atenderia a demanda, dando início aos processos de sucessão e poderia ser utilizada dentro dos projetos de restauração via semeadura direta. *H. courbaril*, também apresentou ótimo estabelecimento, e apesar do crescimento lento, característica de espécies não pioneiras; pode ser utilizado para aumentar a diversidade da área restaurada.

Outra questão que deve ser observada é a atual baixa disponibilidade de sementes para compra. Há uma limitação em quantidade disponível, o que se agrava para as sementes recalcitrantes, que perdem viabilidade rapidamente quando armazenados, e são abundantes em nossas florestas tropicais (Fonseca; Freire, 2003; Kaiser et al., 2014), sendo um fator restritivo de utilização

na semeadura direta (Campos-filho et al., 2013). Por não tolerarem o armazenamento por mais tempo (Rodrigues et al. 2019) para estas espécies é mais vantajosa a introdução dessas espécies pelo plantio feito por mudas. Os custos da semeadura direta podem ser ainda menores quando se utiliza de espécies que possuem sementes ortodoxas e que permitem um armazenamento por um período maior (Meli, 2017; Souza; Angel, 2018; Raupp et al., 2020), uma vez que apresentam melhor desempenho. Para este projeto, utilizou-se somente sementes classificadas como ortodoxas.

Para a realidade desse trabalho, apesar do baixo investimento em sementes, a diversidade de espécies é limitada á grande variabilidade no seu desempenho quanto à emergência. Do baixo número estudado (sete espécies) apenas três delas seriam interessantes para serem utilizadas. *A. colubrina*, *M.bimucronata*, *C.floribundus* e *G.ulmifolia*, apresentaram baixa emergência e estabelecimento limitando o seu uso para a semeadura direta.

Portanto, é necessário compreender quais espécies são adequadas, bem como como identificar os principais fatores que afetam a germinação (além da dormência), o estabelecimento e crescimento.

As espécies mais interessantes para a semeadura direta são *H. courbari*, *S.polyphylla* e *C.langsdorffii*. Dessa maneira, para as demais espécies é importante realizar a seleção de sementes com maior qualidade, considerando a germinação e o vigor, realizar a superação de dormência ou aumentar a densidade das sementes semeadas, dependendo do objetivo. Ainda, recomendam-se estudos com períodos maiores de avaliação, uma vez que a densidade utilizada pode gerar uma futura competição entre as plântulas após o seu estabelecimento de 180 dias.

Mais estudos são necessários para identificar um maior número de espécies adequadas, além das questões de como criar condições mais favoráveis para a germinação das sementes e estabelecimento das plântulas. Para o estudo em questão, não foi abordada a competição com plantas ruderais e condições microclimáticas, no entanto, ressaltamos a importância dessas avaliações.

7. CONCLUSÃO

Houve efeito da densidade para a emergência de plântulas e a distância entre as plântulas sendo a maior densidade àquela com maior emergência e menor espaçamento entre plântulas ao final dos 180 dias de avaliação. Entretanto, visando a população de plantas, o espaçamento tradicional da Mata Atlântica de 3m x 2m e a facilidade na manutenção, a densidade nomeada de densidade 2 (11.733,333 sementes/ha) apresentou resultados mais interessantes para fins de semeadura direta considerando as espécies que foram estudadas.

O estabelecimento das plântulas foi influenciado pelo tamanho das sementes, devido à quantidade de reservas acumuladas. *Hymenaea courbaril* e *Senegalia polyphylla* apresentaram maiores taxas de emergência e estabelecimento. Entre as espécies selecionadas, *S. polyphylla* foi a que apresentou a emergência mais rápida (3 a 10 dias). O melhor desenvolvimento em altura foi dentro da densidade 2 (11.733,333 sementes/ha), também com destaque para as espécies *H. courbaril* e *S. polyphylla*.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, A. G.; LIMA, J. T.; TEIXEIRA, J.; GANDOLFI, S. Potencial da semeadura direta na restauração florestal de pastagem abandonada no município de Piracaia, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, 2015, v. 42, n. 4, p. 629-640.

ARAKI, D.F. **Avaliação da semeadura direta a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. Dissertação. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B. de. Longevidade e resposta à luz de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) armazenadas em diferentes condições artificiais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília, DF. Resumos. Brasília, DF: Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 25.

BALANDIER, P;FROCHOT, H; SOURISSEAU, A. Improvement of direct tree seeding with cover crops in afforestation: microclimate and resource availability induced by vegetation composition. **Forest Ecology and Management**, 2009, 257:1716–1724.

BARBOSA; MAURO, L;SHIRASUNA, R.T;LIMA, F.C; ORTIZ, P.R.T; BARBOSA,K.C;BARBOSA, T.C. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo.Luiz Mauro Barbosa-São Paulo: **Instituto de Botânica**, 2017. 344p.

BARRADAS, M. M.; HANDRO, W. Some observations on seed germination in “barbatimão” *Stryphnodendron barbadetimam* (Vell) Mart. (Leguminosae-Mimosoideae). **Boletim de Botânica**, São Paulo, v. 2, p. 139-150, 1974.

BASKIN,C.C; BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. **Academic Press**, San Diego, 1998, 230p.

BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS-FILHO, S.; MOREIRA, M.G; MOREIRA, F.J.C.; ALVES, T.T.L. Germinação e desenvolvimento de plântulas de copaíba em função do tamanho e da imersão da semente em ácido sulfúrico. **Revista Ciência Agronômica**, 2002, v.33, p.5-10.

BONILLA-MOHENO, M., HOLL, K.D. Direct Seeding to Restore Tropical Mature Forest Species in Areas of Slash-and-Burn Agriculture. **Restor. Ecol.** 18, 2010, 438–445.DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00580.x>. Acessado em 02 abr.2024.

BRANCALION, P H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Restauração Florestal. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2015, 431 p.

BRANCALION, P. H. S.; SCHWEIZER, D.; GAUDARE, U.; MANGUEIRA, J. R.; LAMONATO, F.; FARAH, F. T.; NAVE, A. G.; RODRIGUES, R. R. Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. **Biotropica**, 2016, v. 48, n. 6, p. 856–867.

BRANCALION, P.H.S; VAN, MELIS. P . On the need for innovation in ecological restoration. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2017, 102(2).

Brancalion, P. H. S., Bello, C., Chazdon, R. L., Galetti, M., Jordano, P., Lima, R. A. F., . . . Reid, J. L. Maximizing biodiversity conservation and carbon stocking in restored tropical forests. **Conservation Letters**, 11 (4):e12454, 2018, DOI:10.1111/conl.12454. Acessado em 16 abr.2024.

BRANCALION, P.H.S., MELI, P., TYMUS, J.R.C., LENTI, F.E.B., BENINI, R.M., SILVA, A.P.M., ISERNHAGEN, I., HOLL, K.D. What makes ecosystem

restoration expensive? A systematic cost assessment of projects in Brazil. **Biol. Conserv.**, 2019, 240, 108274.

BROADHURST LM, DRIVER M, GUJA L, NORTH T, VANZELLA B, FIFIELD G, BRUCE S, TAYLOR D, BUSH D. Seeding the future—the issues of supply and demand in restoration in Australia. **Ecological Restoration and Management**, 2015, 16:29–32.

BURTON, C.M., BURTON, P.J., HEBDA, R., TURNER, N.J. Determining the optimal sowing density for a mixture of native plants used to revegetate degraded ecosystems. **Restoration Ecology**, 2006, 14:379-390.

CAMARGO JLC, FERRAZ IDK, IMAKAWA AM. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restor Ecol**, 2002, 10(4):636–644.

CARTAXO, R.M.M. **Recuperação da mata ciliar ao longo do rio Mamanguape, litoral norte da Paraíba**. Dissertação. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2009.

CARVALHO, L. R. de. **Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais quanto à capacidade de armazenamento**. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2000.

CARVALHO, P.E.R. Mutamba – Guazuma ulmifolia. Embrapa Florestas, 2007, **Circular Técnica**, Colombo, 141 pp.

CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. v. 1. Brasília, DF: Embrapa, 2003, **Informação Tecnológica**, 2003. 1039p.

CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras v. 1. Colombo, PR: **Circular técnico**, 94. Embrapa, 2004.

CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras v. 3. Brasília: Embrapa **Informação Tecnológica**, 2008. 593 p.

CARDINALE, B. J.; DUFFY, J. E.; GONZALEZ, A.; HOOPER, D. U.; PERRINGS, C.; VENAIL, P.; NARWANI, A.; MACE, G. M.; TILMAN, D.; WARDLE, D. A.; KINZIG, A. P.; DAILY, G. C.; LOREAU, M.; GRACE, J. B.; LARIGAUDERIE, A.; SRIVASTAVA, D. S.; NAEEM, S. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, 2012, 486: 59–67.

CASTRO, D.C.V. **Semeadura direta de espécies arbustivas e de adubação verde como estratégia de sombreamento para restauração de áreas degradadas**. 95p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

CAVA, M.G.B., ISERNHAGEN, I., MENDONÇA, A.H. & DURIGAN, G..Comparação de técnicas para restauração da vegetação lenhosa de Cerrado em pastagens abandonadas. **Hoehnea**, 2016, 43(2): 301-315.

CAMPOS-Filho. E.M, COSTA, J.N.M.N., SOUZA, .L., JUNQUEIRA, R.G.P. Mechanized direct-seeding of native forests in Xingu, Central Brazil. **J. Sustain. For.** 2013, 32,702-727.

CHAZDON, R.L., GUARIGUATA, M.R.. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. **Biotropica**, 2016, 48, 716–730.

CECCON E, GONZÁLEZ EJ, MARTORELL C. Is direct seeding a biologically viable strategy for restoring forest ecosystems? Evidences from a meta-analysis. **Land Degradation&Development** , 2016, 27(3): 511-520.

CHAZDON, R. L.; URIARTE, M. Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics. **Biotropica**, 2016, 48 (6): 709–715.

CHAZDON, R.L; BRANCALION,P.H.S; LAMB, D, LAESTADIUS, L; CALMON, M; KUMAR, C. Degradation and Development, v. 27, n. 3, p. 511-520, 2016. **A policy-driven knowledge agenda for global forest and landscape restoration.**

COLE, R.J., HOLL, K.D., KEENE, C.L., ZAHAWI, R.A. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, 2011, 261:1590–1597.

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

CRUZ, E.D.; PEREIRA, A.G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Embrapa Amazônia Oriental. **Comunicado Técnico** 263. 2015.

CUNHA, R.; PRADO, M. A.; ANDRADE, A. C. S. Efeito do armazenamento sobre a viabilidade de sementes desidratadas de *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Eriotheca pubescens* Schott et Endl. In: Seminário Panamericano de Semillas, 1996. Anais.15p.

DAVIDE, A.C.,SILVA, E.A.A.S. Sementes florestais. In:DAVIDE, A.C.,SILVA, E.A.A.S. (Eds). Produção de sementes e mudas de espécies florestais. Lavras: Ed. UFLA, 2008.p.11-82.

DOUGLAS, G.B., DODD, M.B., POWER, I.L.. Potential of direct seeding for establishing native plants into pastoral land in New Zealand. **NZ. J. Ecol.** 2007, 31 (2), 143–153

DOUST SJ, ERSKINE PD, 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** , 2006, 234: 333–343.

DOUST, S.J., ERSKINE, P.D., LAMB, D., 2008. Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. *For. Ecol. Manage.* 256, 1178–1188. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.06.019>. Acesso em 15 Dez.2023.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A.O.; BAITELLO, J.B. Sementes e mudas de árvores tropicais. 2.ed. São Paulo: **Páginas & Letras**, 2002. p.22.

DURIGAN, G; GUERIN, N; DA COSTA, J.N.M.N. “Ecological Restoration of Xingu Basin Headwaters: Motivations, Engagement, Challenges and Perspectives.” *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 2013, 368:1–9.

DE GROOT, R.S., BLIGNAUT. J., VAN DER PLOEG, S., ARONSON, J, ELMQVIST, T., FARLEY, J. Benefits of investing in ecosystem restoration. **Conservation Biology**, 2013, 27:1286–1293.

EMBRAPA - Monitoramento por satélite.**Banco dedados climáticos do Brasil.** Disponível em “<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>.”. Acesso em:29 jun.2022. 2013.

ENGEL, V.L., PARROTTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: Kageyama, P.Y., Oliveira, R.E., Moraes, L.F.D.,

Engel, V.L., Gandara, F.B. (Eds.), Restauração ecológica de ecossistemas naturais. **FEPAF**, 2008, Botucatu, pp. 1–26.

FELTRAN-BARBIERI, R., FERES, J.G. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. **R. Soc. Open Sci.** 2021, 8, 20185.

FERREIRA, C. A. C.; SAMPAIO, P. de T. B. Jatobá: *Hymenaea courbaril*. In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. de T. B.; CLEMENT, C. R. (Ed.). Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: **SEBRAE: INPA**, 2000. p. 217-225.

FERREIRA, R.A., SANTOS, P.L., ARAGÃO, A.G., SANTOS, T.I.S., SANTOS NETO, E.M., REZENDE, M.A.S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Sci. Forest.** 2009, 37 (81), 37–46.

FONSECA, S.C.L., FREIRE, H.B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, 2003, 62 (2), 297–303.

FREITAG, R., BONINI, I., da SILVA, N.M., VECCHIATO, A.B. Técnicas nucleadoras e adubação verde em unidades demonstrativas de restauração ecológica. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(1): 56-71.2018. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA17076>. Acessado em 18 abr. 2024

GARCIA, L.C., HOBBS, R.J., RIBEIRO, D.B., TAMASHIRO, J.Y., SANTOS, F.A.M., RODRIGUES, R.R. Restoration over time: is it possible to restore trees and non-trees in high diversity forests? **Appl. Veg. Sci.** 2016, 19, 655–666.

GUARINO, E.S.G; SCARIOT, A. "Direct Seeding of Dry Forest Tree Species in Abandoned Pastures: Effects of Grass Canopy and Seed Burial on Germination." **Ecological Research**, 2014, 29(3):473–82.

GAZZOLA, M. D.; ROVEDDER, A. P. M.; MATIELLO, J.; SCHENATO, R. B.; CRODA, J. P.; Camargo, B.; PIAIA, B. B. Semeadura direta de espécies florestais para restauração ecológica na transição Pampa – Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e68327, p. 1-21, 2023. DOI 10.5902/1980509868327. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509868327>. Acesso em: 15 dez.2023. 2023.

GUERRA, A., REIS, L.K., BORGES, F.L.G., OJEDA, P.T.A., PINEDA, D.A.M., MIRANDA, M.O., MAIDANA, D.P.F.L., SANTOS, T.M.R., SHIBUYA, P.S., MARQUES, M.C.M., LAURANCE, S.G.W., GARCIA, LC. 2020. Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. **Elsevier**, 2020. V.458. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117802>>. Acesso em: 10 jun.2024.

GUERIN, N., ISERNHAGEN, I., VIEIRA, D.L.M., CAMPOS-FILHO, E.M., Campos, R.J.B. Avanços e próximos ´ desafios da sementeira direta para restauração ecológica. **In: Martins, S.V. (Ed.)**, Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados. Editora UFV, 2015, p. 310–376.

GROSSNICKLE, S.C, IVETIĆ V. Direct seeding in performance review: a reforestation field. **Reforesta**, 2017, 4: 94-142.

HOLL, K.D. Restoring tropical forests from the bottom up. **Science**, 2017, 355:455–456.

HOSSAIN, F., ELLIOTT, S., Chairuangri, S. Effectiveness of direct seeding for forest restoration on severely degraded land in Lampang Province Thailand. **Open J. Forest**, 2014, 4 (5), 512–519.

HULLER,A;COELHO, G.C;MENEGHELLO,G.E;PESKE,S.T. Evaluation of direct seeding and seedling planting of two neotropical tree species with the use of natural inputs. **Revista Árvore**, 2017, 41(4): 1-8.

ISERNHAGEN, I. **Uso de sementeira direta de espécies arbóreas ativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba. 2010.

JATOBÁ: *Hymenaea courbaril* L. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 18 p. (Espécies Nativas da Mata Atlântica, n. 2)

KAISER, D.K., FREITAS, L.C.N., BIRON, R.P., SIMONATO, S.C., BORTOLINI, M.F. Adjustment of the methodology of the tetrazolium test for estimating viability of *Eugenia uniflora* L. seeds during storage. **J. Seed Sci.** 2014, 36 (3), 344–351.

KIMBALL, S., LULOW, M., SORENSON, Q., BALAZS, K., FANG, Y.C., DAVIS, S.J., O'CONNELL, M., HUXMAN, M.E. Cost-effective ecological restoration. *Restoration Ecology*, 2015, 23:800–810.

LACERDA,D.M.A., FIGUEIREDO,P.S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **ACTA Amazônica**, 2009, vol. 39(2): 295 - 304 v.

LE BOURLEGAT, GARCIA, J.M; GANDOLFI,S;BRANCALION,P.H.S; DIAS,C.T.S. “Enriquecimento de Floresta Em Restauração Por Meio de Sementeira Direta de Lianas.” **Hoehnea**, 2013, 40(3):465–72.

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

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. v.1. 368p.

MARTINS, S.V. Recuperação de Matas Ciliares. 2001. Editora Centro de Produções Técnicas,Viçosa.

MASAREI, M.; GUZZOMI, A.L.; MERRITT, D.J.; ERICKSON, T.E. Factoring restoration practitioner perceptions into future design of mechanical direct seeders for native seeds. *Restoration Ecology*. 2019, 27(6): 1251–1262.

MATRICARDI, T. E. A. Skole.D.L; Costa,O.B; Pedlowski,M.A.;Samek,J.H; Miguel,E.P. Long-term forest degradation surpasses deforestation inthe Brazilian Amazon. **Science**,2020, v.369, p.1378-82.

MELI,P.,ISERNHAGEN.,BRANCALION.,P.H.S.,ISERNHAGEN,E.C.C.,BEHLIN G,M.,RODRIGUES,R.R. Optimizing seeding density of fast-growing native trees for restoting the Brazilian Atlantic Forest.**Restor.Ecol**. 2017, 26,212-219.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lu & Lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, 2004, Manaus, v.34, n.1, p.9-14.

MERRITT, D. J.; DIXON, K. W. Restoration seed banks—a matter of scale. **Science**, 2011, v. 332, p. 424-425. Disponível em < 10.1126/science.1203083>. Acesso em 20 Nov. 2023.

MOLIN, P.G., CHAZDON, R., Ferraz, S.F.B., BRANCALION, P.H.S. A landscape approach for cost-effective large-scale forest restoration. **J. Appl. Ecol**. 2018, 55, 2767–2778.

MORTLOCK, W. Local seed for revegetation: where will all that seed come from? *Ecological Management and Restoration*, 2000, 1:93–101.

NAGY, G.M., CARDOSO, P.G., CAMPELLO, E.F.C., RESENDE, A.S. Uso do Papelão como Facilitador da Semeadura Direta na Restauração Florestal. **Embrapa**, 2022, ISSN 1517-8862. Seropédica, RJ.

NUNES, F.S.M., SOARES-FILHO, B.S., Rajão, R., Merry, F., 2017. Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil. **Environ. Res. Lett.** 2017, 12, 44022. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6658>. Acessado em 10 Jan. 2024.

NETO, R.M.R., JESUS, F.P., SILVA, L.A. 2021. Semeadura direta de pata-de-vaca (*Bauhinia unguolata* L.) com sementes pré-germinadas para restauração florestal. **Nativa, Sinop**, v. 9, n. 4, p. 438-441. Pesquisas Agrárias e Ambientais DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i4.12243>.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Leguminosae. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, 1999, v. 13, n. 3, p. 263- 269.

OLIVEIRA, M.C., LEITE, J.B., GALDINO, O.P.S., OGATA, R.S., SILVA, D.A., RIBEIRO, D.F. Sobrevivência e crescimento de espécies nativas do Cerrado após semeadura direta na recuperação de pastagem abandonada. **Neotropical Biology and Conservation**, 2019, 14(3): 313–327.

PAIVA, A. V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, 2000, v. 57, n. 3, p. 141-151.

PALMA, A. C.; LAURANCE, S. G. W. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: what do we know and where should we go? *Applied Vegetation*. **Science**, 2015, v. 18, p. 561-568.

PELLIZZARO, K.F., CORDEIRO A.O.O., ALVES. M., MOTTA, C.P., REZENDE, G.M., SILVA, R.R.P, RIBEIRO, J.F, SAMPAIO, A.B., VIEIRA, D.L.M, SCHIMIDT, I.B. "Cerrado" restoration by direct seeding: Field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. **Brazilian Journal of Botany**, 2017, 40(3): 681–693. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-017-0371-1>. Acessado em 12 mar. 2024.

PEREIRA, S.R. **Recuperação Florestal através da semeadura direta: uso da superação de dormência e influência do tamanho das sementes e de gramíneas exóticas no estabelecimento de espécies de árvores**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2012.

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** , 2013, 21:67–74.

PEREIRA, S.R;LAURA, V.A(2) e SOUZA, A.L.T. Superação de dormência de sementes como estratégia para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.2, p.148-156, fev. 2013.

PIOTROWSKI, I.; PALADINES, H.M.; DE ALMEIDA, L.S.; LÓPEZ, A.M.T.; DUTRA, F.B.; FRANCISCO, B.S.; DA SILVA, J.M.S.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Seeds' Early Traits as Predictors of Performance in Direct Seeding Restoration. **Forests**, 2023, 14, 547. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14030547>. Acessado em 12 fev. 2024.

PIOTROWSKI, I.S. **Probabilidade de sucesso de espécies florestais na semeadura direta em restauração ecológica**. Tese apresentada ao Programa de PósGraduação em "Planejamento e uso de recursos renováveis", para obtenção do título de Doutor em Ciências ambientais. Sorocaba, 2020.

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 savannah restoration. *Ecological Engineering*.2020, v.148.

RODRIGUES, S. B. et al. Direct seeded and colonizing species guarantee successful early restoration of South Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, 2019, v. 451, p. 117559.

RODRIGUES,R.R., BRANCALION,P,H,S.,ISERNHAGEN,I. Pacto pela restauração da mata atlântica. **Instituto BioAtlântica**, 2009, São Paulo, 256p.

RODRIGUES, R.R., LIMA, R.A.F., GANDOLFI, S., NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, 2009, 142:1242–1251.

ROSSI,M. Mapa pedológico do estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: **Instituto florestal**. 2017, V.1.118p.

SALOMÃO N.A.; SOUZA-SILVA, J.C.; DAVIDE, A.C.; GONZÁLES, S.; TORRES, R.A.A.; WETZEL, M.M.V.S.; FIRELI, F.; CALDAS, L.S. Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado. Brasília: **Rede de Sementes do Cerrado**, 2003. 96p.

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, 2004, v. 10, n. 1, p 103-117.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, 2012, v.36, n.2,

p. 237-245. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000200005>>

SANTOS, M.A.C.; QUEIRÓZ, M.A.; BISPO, J.S.; DANTAS, B.F. Seed germination o Brazilianguava (*Psidium guineense* Swartz.). **Journal of Seed Science**, 2015, v.37, n.4, p.214-221.

SAMPAIO, A. B.; VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PELLIZZARO, K. F.; ALVES, M.; COUTINHO, A. G.; CORDEIRO, A.; RIBEIRO, J. F.; SCHMIDT, I. B. Lessons on direct seeding to restore Neotropical savana. **Ecological Engineering**. v.138, p. 148 - 154, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.07.025>>. Acesso em 24 de junho de 2024.

SILVA, R.P., VIEIRA, D.L.M. Direct seeding of 16 Brazilian savanna trees: responses to seed burial, mulching and an invasive grass. *Appl. Veg. Sci.* 2017, 20, 410–421. DOI: <https://doi.org/10.1111/avsc.12305>. Acessado em 15 abr. 2023.

SILVA, P. R. P., OLIVEIRA, D.R; ROCHA, G.P.E; VIEIRA, D.L.M. “Direct Seeding of Brazilian Savanna Trees: Effects of Plant Cover and Fertilization on Seedling Establishment and Growth.” **Restoration Ecology** , 2015, 1–9.

SILVA, K.A., MARTINS, S.V., NETO, A.M., CAMPOS, W.H. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Rev. Árvore** 39 (5), Out 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000500004>. Acessado em 13 abr. 2024.

SILVA, T.D. **Aceleração do processo de restauração de florestas tropicais através do uso de cobertura transitória ou poda**. Dissertação. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2019.

SCHMIDT, I.B., URZEDO, D.I., PINA-RODRIGUES, F.C.M., VIEIRA, D.L.M., Rezende, G.M., Sampaio, A.B., Junqueira, R.G.P. Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. **Plant Biol.** 21, 2019, 389–397.

ST-DENIS, A., MESSIER, C., KNEESHAW, D. Seed size, the only factor positively affecting direct seeding success in an abandoned field in Quebec, Canada. **Forests**, 2013, 4: 500-516.

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. **Restor. Ecol.** 2021, 29, e13277.

SOUZA, D. C.; ENGEL, V. L. Direct seeding reduces costs, but it is not promising for restoring tropical seasonal forests. **Ecological Engineering**, 2018, v. 116, p. 35-44. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.02.019>. Acessado em 27 Ago. 2023.

Souza, D.C., Engel, V.L. . Advances, challenges, and directions for ecological restoration by direct seeding of trees: Lessons from Brazil Biological Conservation. **Elsevier**, 2023. V. 284.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais. **Colombo**: Embrapa, 2000. p.125-50.

TUNJAI, P., ELLIOTT, S. . Effects of seed traits on the success of direct seeding for restoring southern Thailand's lowland evergreen forest ecosystem. **N For**, 2012, 43(3):319–333

URZEDO, D.I., PIÑARODRIGUES, F.C.M., BARBIERI, R.F., JUNQUEIRA, R.G.P., FISHER, R. Seed networks for upscaling forest landscape restoration: is it possible to expand native plant sources in Brazil? **Forests**, 2020, 11, 259.

VIANI, R.A.G; VIDAS, N.B; PARDI, M.M; CASTRO, D.C.V;GUSSON, E; BRANCALION, P.H.S. Animal-dispersed pioneer trees enhance the early regeneration in Atlantic Forest restoration plantations. *Natureza & Conservação*. 2015, 13:41–46.

VIEIRA, D. L. M. et al. Guia de semeadura direta para restauração de florestas e cerrados. 1. Ed. São Paulo: **Agroicone Ltda**, 2020.

WANG, J., Ren, H., YANG, L., DANYAN, L. Factors influencing establishment by direct seeding of indigenous tree species in typical plantations and shrubland in South China. **New Forests**, 2011, 42, 19–33.