

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E USO DE RECURSOS
RENOVÁVEIS

Andreliza Roberta Terciotti de Oliveira

**EMBEBIÇÃO E OSMOCONDICIONAMENTO COMO INDUTORES DE
GERMINAÇÃO DE SEMENTES FLORESTAIS POTENCIAIS À SEMEADURA
DIRETA**

Sorocaba

2023

Andreliza Roberta Terciotti de Oliveira

**EMBEBIÇÃO E OSMOCONDICIONAMENTO COMO INDUTORES DE
GERMINAÇÃO DE SEMENTES FLORESTAIS POTENCIAIS PARA A
SEMEADURA DIRETA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis para obtenção do título de Mestre em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Coorientação: Prof^a. Dr^a. Lausanne Soraya de Almeida

Sorocaba

2023

Oliveira, Andreliza Roberta Terciotti de

Embebição e osmocondicionamento como indutores de germinação de sementes florestais potenciais para a semeadura direta / Andreliza Roberta Terciotti de Oliveira -- 2023.
68f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Banca Examinadora: Elza Alves Corrêa, José Mauro Santana da Silva

Bibliografia

1. Embebição. 2. Condicionamento osmótico. 3. Sementes florestais. I. Oliveira, Andreliza Roberta Terciotti de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979

ANDRELIZA ROBERTA TERCIOTTI DE OLIVEIRA

**EMBEBIÇÃO E OSMOCONDICIONAMENTO COMO INDUTORES DE
GERMINAÇÃO DE SEMENTES FLORESTAIS POTENCIAIS PARA A SEMEADURA
DIRETA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis para obtenção do título de Mestre em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis. Sorocaba, 28 de fevereiro de 2023.

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Universidade Federal de São Carlos

Examinadora

Prof^a. Dr^a. Elza Alves Corrêa

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Examinador

Prof. Dr. José Mauro Santana da Silva

Universidade Federal de São Carlos

Dedico a meus pais Luiz e Élide e minha irmã, que nunca deixaram de ser meu porto seguro!

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir saúde, serenidade e discernimento até este momento;

Aos meus pais Élide e Luiz, por todo incentivo e apoio, e a minha pessoa “Adriana Terciotti”, por sempre acreditar no meu potencial;

A minha avó Inês e minha madrinha Maria do Carmo (*in memoriam*) por me apoiarem desde o início da graduação e estarem comigo sempre;

A minha orientadora Professora Fatima C. M. Piña-Rodrigues, por resgatar-me para este trabalho e ser uma fonte de inspiração sempre, à Professora Lausanne Soraya de Almeida, minha coorientadora, por apresentar-me o mundo do osmocondicionamento e todo incentivo e ao Professor José Mauro Santana, pelo ensinamento compartilhado nas horas do cafezinho.

A secretária do programa, Luciana, pela sua disponibilidade e gentileza em me auxiliar inúmeras vezes, sobre dúvidas com documentações.

A minha amiga Mariane Inocente, por ser minha incentivadora, conselheira e “Best”, por conduzir meus pensamentos acadêmicos, me ajudar em tudo e ser minha segunda coorientadora.

Aos amigos que a convivência de laboratório me proporcionou, Bruna, Felipe, Gabriel, Ana, Glória, Lindomar e Bruno, por estarem nesse mesmo barco e que por inúmeras vezes, foram meu socorro com os experimentos e horas de aflições, mas também foram abraços e descontração do dia a dia.

Aos pós-doc. Danilo Ribeiro e Aparecida Juliana, pela grande ajuda com o “R” da vida!

Aos estagiários do laboratório, em especial Julia Wesselka e Mauricio Viana, por me ajudarem com as avaliações.

A empresa AES Brasil pela colaboração em disponibilizar as sementes e ao Laboratório de Sementes e Mudanças Florestais (LASEM) pelo espaço cedido para a realização dos experimentos;

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

OLIVEIRA, Andreliza Roberta Terciotti de. Embebição e osmocondicionamento como indutores de germinação de sementes florestais potenciais para a semeadura direta. 2023. 68 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2023.

Algumas espécies florestais empregadas na semeadura direta apresentam baixa emergência em campo, como *Croton urucurana* Baill., *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms, *Handroanthus heptaphyllus* (Vell) Mattos, *Jacaranda cuspidifolia* Mart e *Schinus terebinthifolia* Raddi. Com o objetivo de conhecer o padrão germinativo, buscou-se por meio da Revisão Sistemática de Literatura informações que completassem lacunas a fim de elaborar protocolos de embebição e osmocondicionamento para as espécies alvo. Para o teste de embebição utilizou-se quatro repetições de 25 sementes, acondicionou-se em rolos de papel *germitest* umedecidos com água destilada, na proporção de duas vezes e meio sua massa e foram mantidas em BOD a 25° C e fotoperíodo de 12 horas. Nas primeiras 12 horas, foram pesadas, em balança de precisão (0,0001g) em intervalos de uma hora e após, a cada 24 horas, até a protrusão da radícula. A partir do peso obtido, construiu-se a curva de embebição. As espécies apresentaram distintas velocidades de embebição, sendo 4 dias (96h) para *S. terebinthifolia* e *G. integrifolia*, 5 dias (120h) para *H. heptaphyllus* e 7 dias (168h) para *C. urucurana* e *J. cuspidifolia*, período que se iniciou a germinação. O osmocondicionamento das sementes foi realizado com o Polietilenoglicol 6000 nas concentrações osmóticas (0,0, -0,6, -0,9, -1,2, -1,5 MPa), embebidas nos períodos de 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. A embebição em água (T0) no período de 24h, alcançou germinação de 72% para *J. cuspidifolia*, enquanto para *G. integrifolia* e *S. terebinthifolia*, neste mesmo período de embebição, as maiores percentagens de germinação foram obtidas no tratamento -0,6 e -0,9 MPa, sendo 59% e 78% respectivamente, infere-se que o condicionamento por meio desses potenciais osmóticos em embebição por 24 horas, são promissores pois favoreceram o aumento da germinação.

Palavras-chave: polietilenoglicol, padrão germinativo, condicionamento.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Andreliza Roberta Terciotti de. Soaking and osmoconditioning as inductors of germination of potential forest seeds for direct seeding. 2023. 68 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2023.

Some forest species used in direct seeding present low emergence in the field, such as *Croton urucurana* Baill., *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms, *Handroanthus heptaphyllus* (Vell) Mattos, *Jacaranda cuspidifolia* Mart and *Schinus terebinthifolia* Raddi. In order to know the germination pattern, sought through the Systematic Literature Review information that would complete gaps in order to elaborate protocols of soaking and osmoconditioning for the target species. For the soaking test, four replicates of 25 seeds were used, it was conditioned in germitest paper rolls damred with distilled water, in the proportion of two and a half times its mass and were kept in BOD at 25° C and photoperiod of 12 hours. In the first 12 hours, they were weighed on a precision scale (0.0001g) at one-hour intervals and after every 24 hours until the protrusion of the radicle. From the weight obtained, the embebiton curve was constructed. The species presented different embebiton velocity, being 4 days (96h) for *S. terebinthifolia* and *G. integrifolia*, 5 days (120h) for *H. heptaphyllus* and 7 days (168h) for *C. urucurana* and *J. cuspidifolia*, the period in which germination began. Seed osmoconditioning was performed with Polyethylene glycol 6000 at osmotic concentrations (0.0, -0.6, -0.9, -1.2, -1.5 MPa), in the periods of 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours. The osmoconditioning of the seeds was carried out with Polyethylene glycol 6000 at osmotic concentrations (0.0, -0.6, -0.9, -1.2, -1.5 MPa), soaked in periods of 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours. The embebiton in water (T0) in the period of 24h, reached germination of 72% for *J. cuspidifolia*, while for *G. integrifolia* and *S. terebinthifolia* in this same period of embebiton, the highest percentages of germination were obtained in the treatment -0.6 and -0.9 MPa, being 59% and 78% respectively, it is inferable that the conditioning through these osmotic potentials in 24-hour instilling are promising because they favored increased germination.

Keywords: polyethylene glycol, germination pattern, conditioning.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Fluxograma baseado nas recomendações de Pullin e Stewart (2006), com as etapas para a Revisão Sistemática de literatura, em busca realizada na base de dados do Google Acadêmico, entre os períodos de 1990 a 2021. 24
- Figura 2. Resultados da busca com search strings aplicadas no Google Acadêmico, referente ao período de 1990 a 2021 que envolveu 23.462 trabalhos... 30
- Figura 3. Resultados da busca com search strings aplicadas no Google Acadêmico, referente ao período de 1998 a 2021, que envolveu 12.660 trabalhos... 31
- Figura 4. Resultados dos trabalhos da RSL, encontrados na busca no Google Acadêmico, referente ao período de 1990 a 2021, que envolveu 23.462 artigos... 32
- Figura 5. Curvas de embebição aplicada em modelo de regressão polinomial representando o aumento porcentual do teor de água de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms e *Schinus terebinthifolia* Raddi, com protrusão de raiz primária... 38
- Figura 6. Curva de embebição aplicada em modelo de regressão polinomial representando o aumento porcentual do teor de água de sementes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell) Mattos, com protrusão de raiz... 39
- Figura 7. Curvas de embebição aplicada em modelo de regressão polinomial representando o aumento porcentual do teor de água de sementes de *Croton urucurana* Baill. e *Jacaranda cuspidifolia* Mart, com protrusão de raiz primária... 40
- Figura 8. Plântulas resultantes de sementes osmocondicionadas: (a) plântulas normais de *Jacaranda cuspidifolia*, (b) plântulas anormais de *Gallesia integrifolia* e (c) presença de microrganismos (fungos ou bactérias) e deterioração das radículas... 45
- Figura 9. Porcentagem de germinação de sementes de *Gallesia integrifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem. 46
- Figura 10. Tempo médio de germinação (TMG) (a) e Índice de Velocidade média (IVG) (b) para sementes de *Gallesia integrifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem. 48
- Figura 11. Porcentagem de germinação de sementes de *Jacaranda cuspidifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem. 50
- Figura 12. Tempo médio de germinação (TMG) (a) e Índice de Velocidade média (IVG) (b) para sementes de *Jacaranda cuspidifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem. 51

Figura 13. Porcentagem de germinação, para sementes de <i>Schinus terebinthifolia</i> , submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.	52
Figura 14. Tempo médio de germinação (TMG) (a) e Índice de Velocidade média (IVG) (b) para sementes de <i>Schinus terebinthifolia</i> , submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.	53
Figura 15. Porcentagens totais de germinação, para sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> (Gal), <i>Jacaranda cuspidifolia</i> (Jac) e <i>Schinus terebinthifolia</i> (Sch), submetidas aos potenciais osmóticos (0, -0,6, -0,9, -1,2, -1,5 MPa) pelos períodos de embebição... ..	54

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Descrição das questões a serem respondidas, por meio da RSL, elaborada de acordo com a metodologia proposta por Pullin; Stewart (2006). 23
- Tabela 2. Descrição de combinações de palavras-chaves (search strings), utilizadas na busca em “pesquisa avançada” da base de dados do Google acadêmico, no período.... 24
- Tabela 3. Critérios de inclusão e exclusão dos artigos obtidos na base do Google Acadêmico, nos períodos de 1990 a 2021. 25
- Tabela 4. Quantificação dos períodos e trabalhos encontrados para cada espécie e quantidade de artigos que responderam às questões principais da pesquisa, após utilização de critérios de inclusão e exclusão no período de referência. Pesquisa realizada em setembro, 2021. 31
- Tabela 5. Períodos de embebição (em água) e técnicas de osmocondicionamento, com diversos insumos, ácido giberélico (GA), nitrato de potássio (KNO₃), nitropurinato de sódio (SNP), solução com Stimulate® e Polietilenoglicol (PEG) a partir de revisão sistemática de literatura de 32 artigos analisados de 1998 a 2021, no Google Acadêmico. Conc.= concentração. .
344
- Tabela 6. Resultado dos períodos de embebição encontrados na busca complementar, por família das espécies-alvo, no Google Acadêmico.
344
- Tabela 7. Técnicas de osmocondicionamento com PEG (6000), potencial osmótico (P.O.) utilizado e período de embebição na solução em horas (h), obtidas a partir de revisão pela busca complementar por espécies florestais, no Google Acadêmico. 35
- Tabela 8. Caracterização inicial dos lotes de sementes, de procedência de áreas de restauração florestal, localizada em Promissão-SP, coletadas em 2020.... 36
- Tabela 9. Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de espécies florestais, considerando o critério de protrusão de raiz primária.
411
- Tabela 10. Valores de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), seguidos do desvio-padrão, de sementes de *Gallesia integrifolia*, sob condicionamento osmótico, utilizando PEG 6000...
422
- Tabela 11. Valores de porcentual de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), seguidos do desvio-padrão, de sementes de *Jacaranda cuspidifolia*, sob condicionamento osmótico, utilizando PEG 6000..... 43

Tabela 12. Porcentagem total de germinação para as sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> e <i>Jacaranda cuspidifolia</i> , considerando todos os períodos de embebição (horas) e potenciais osmóticos (0,0; -0,6; -0,9; -1,2; -1,5 MPa) utilizados....	44
Tabela 13. Resultado da análise de variância (Anova) para sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> , com interação de tempo de embebição e potenciais osmóticos na porcentagem de germinação, (GL) graus de liberdade e significância de 5% (*).	47
Tabela 14. Valores médios das repetições/períodos (embebição) das porcentagens de germinação de sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000, mostrando interação entre o tempo de embebição (12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas) e potenciais osmóticos (0, -0,6, -0,9, -1,2, -1,5 MPa)...	47
Tabela 15. Análise de variância (Anova) para sementes de <i>Jacaranda cuspidifolia</i> com interação do tempo de embebição (horas) e potenciais osmóticos (MPa) na porcentagem de germinação, (GL) graus de liberdade e significância de 5% (*).	49
Tabela 16. Análise de variância (Anova) para <i>Schinus terebinthifolia</i> , com representação da interação do tempo de embebição, graus de liberdade (GL) e significância de 5% (*).	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Germinação	17
2.2 Embebição	17
2.3 Tratamentos pré-germinativos	18
2.4 Espécies estudadas	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Seleção de espécies para a Revisão Sistemática	23
3.2 Revisão Sistemática de Literatura (RSL)	23
3.3 Banco de dados e protocolos para embebição de sementes e osmocondicionamento	25
3.4 Seleção e origem das espécies das sementes da parte experimental	26
3.5 Determinação da curva de embebição das sementes	26
3.6 Condicionamento osmótico	27
3.7 Análise Estatísticas de dados	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Estado-da-arte da pesquisa em embebição e osmocondicionamento	30
4.2 Estudos sobre embebição e osmocondicionamento	33
4.3 Determinação da Curva de Embebição para as espécies-alvo	36
4.4 Respostas aos períodos de osmocondicionamento	41
4.4.1 <i>Etapa 1 - Pré-teste- Condicionamento osmótico sem período de secagem</i>	41
4.4.2 <i>Etapa 2 - Condicionamento osmótico com período de secagem.</i>	45
6. REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de promover ações para mitigar e amenizar as mudanças climáticas, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu a “Década da Restauração” com meta de restaurar 350 milhões de hectares de ecossistemas terrestres até 2030 (ONU, 2021; COSIMO, 2021). Atingir os valores pretendidos representa investir em tecnologias e práticas que possam promover a restauração ecológica de forma rápida e com custos reduzidos (CECCON; GONZÁLES; MARTORELL, 2016). No Brasil, a fim de cumprir as metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Vegetação (Planaveg) de restaurar 12,5 milhões de hectares até 2030 (BRASIL, 2020), é necessário a produção estimada de 3,6 a 15,6 mil toneladas de sementes florestais em 10 anos, envolvendo até 57.100 coletores de sementes (URZEDO et al., 2020).

A semeadura direta tem se revelado técnica promissora para a restauração florestal, por ser considerada versátil e de menor custo, quando comparada ao plantio de mudas, pois pode ser implementada em diversos tipos de áreas degradadas, como as de difícil acesso, encostas íngremes e ciliares (FERREIRA et al., 2012). Ao empregar diferentes métodos, a semeadura pode ser a lança manual, mecanizada ou em linhas e espaçamentos definidos. Técnicas diversas potencializam o objetivo de cada plantio de acordo com as condições de cada área (EMBRAPA, 2020; ROCHA et al., 2020).

Apesar de suas vantagens, na semeadura direta apenas 5 a 8% das sementes se estabelecem, ou seja, formam plântulas e tornam-se mudas resistentes, e por isso, requer grandes quantidades de material, principalmente àquelas com tamanhos muito pequeno, considerada as espécies que possuem de 30.000 a 100.000 ou mais de 100.000 sementes/Kg (ISERNHAGEN, 2010; FREITAS et al., 2019; ALBUQUERQUE et al., 2022). Este comportamento tem sido atribuído à baixa qualidade das sementes, à profundidade de semeadura no solo ou à presença de dormência (ISERNHAGEN, 2010). Para as sementes maiores, sugere-se que os lotes apresentem maior qualidade, em virtude da presença de maior quantidade de reservas, o que propicia o crescimento inicial e melhor estabelecimento da plântula (CASTRO; HILHORST, 2004; FERREIRA et al., 2009). Aumentar a eficiência do aproveitamento das sementes menores, obtendo-se sua emergência rápida em campo é uma estratégia que pode ser adotada para reduzir as perdas de sementes na semeadura direta. Contudo, isto requer fornecer condições apropriadas para iniciar o processo germinativo.

A germinação da semente relaciona-se com a maturidade fisiológica, teor de água e as substâncias de reserva que cada espécie possui e, quando expostas a substrato apropriado e condições favoráveis, permite a retomada de suas atividades metabólicas e o desenvolvimento do embrião (BORGES; RENA, 1993; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A germinação inicia-se com a embebição de água pelas sementes e o consumo de suas próprias reservas até a protrusão da radícula, quando, então, começa a absorção de água e nutrientes do meio (SCHMIDT, 2007). A embebição regula a intensidade respiratória e caracteriza-se por apresentar fases com diferentes velocidades, as quais afetam o transporte de nutrientes do tecido de reserva para a protrusão da radícula. Este processo controla a emergência em condições de campo e é dependente do vigor das sementes (MARCOS-FILHO, 2005).

Fatores como o tamanho da semente, profundidade da sementeira, umidade disponível no substrato e o período crítico de estabelecimento da espécie podem ser um desafio para a emergência das sementes (CARPANEZZI, 2010; REGO; URBANETZ, 2017). Por outro lado, a competição com plantas daninhas, em sua maioria, gramíneas, mostra-se também como adversidade neste período (ARAKI, 2005; REGO; URBANETZ, 2017), entre outros fatores associados à efetividade da pós-emergência. Estudos com aplicação da técnica de sementeira direta demonstraram que as espécies que emergem em um período entre 90 e 180 dias após a sementeira têm 90% de probabilidade de se estabelecerem, desde que sejam adotadas práticas adequadas de manejo (TELLO-LÓPEZ, 2020; SANTOS, 2020).

Caracterizar a curva de embebição em cada espécie é crucial para compreender o processo de hidratação com relação a permeabilidade do tegumento, reservas e germinação além de determinar a duração de tratamentos como, por exemplo, o uso de reguladores vegetais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; FERREIRA et al., 2006). Neste contexto, conhecer os mecanismos associados à embebição das sementes pode contribuir para se obter a máxima emergência possível na fase pós-sementeira.

Técnicas que compreendem tratamentos pré-germinativos são utilizadas em sementes de cultivares, principalmente hortaliças, com a finalidade de potencializar a germinação e uniformidade de emergência das plântulas (NASCIMENTO, 2004). O condicionamento osmótico tem a finalidade de sincronizar ou reduzir o período de germinação, por meio da hidratação controlada da semente, conduzindo os processos essenciais à germinação, sem que se inicie a fase de protrusão de radícula (MARCOS-FILHO, 2005). Seu uso tem sido adotado por proporcionar maior porcentagem de germinação, quando as sementes são expostas às

situações desfavoráveis (JELLER; PEREZ, 2003). Sua adoção aumenta a possibilidade de aproveitamento das sementes por beneficiar espécies com baixo vigor, ou que apresentem maior sensibilidade a condições adversas.

A Revisão Sistemática de Literatura, possibilita por meio de filtros, criação da combinação de palavras-chave e utilização de critérios que incluem ou não trabalhos de acordo com a afinidade de sua pesquisa, pode atuar como ferramenta essencial, possibilitando a flexibilidade na busca com finalidade de refinar a quantidade de trabalhos que atendam embasar, por exemplo, o estado da arte do assunto relevante da pesquisa (DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO et al., 2011; GALVÃO; PEREIRA 2014).

Considerando que as espécies florestais com sementes de tamanho muito pequeno e pequeno, encontram adversidades na germinação em laboratório e emergência em campo, a identificação das fases germinativas pode auxiliar as metodologias de tratamentos pré-germinativos, como por exemplo, o condicionamento osmótico, podendo favorecer e uniformizar a porcentagem e velocidade de germinação. Sendo assim, a hipótese principal deste trabalho, é que sementes tratadas com condicionamento osmótico, apresentem aumento na porcentagem de germinação. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivos: (a) analisar o estado-da-arte da pesquisa em embebição e osmocondicionamento, a fim de estabelecer um protocolo para as espécies florestais estudadas; (b) determinar os padrões e modelos de curva de embebição para cada espécie; (c) avaliar as respostas das espécies às diferentes técnicas de osmocondicionamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Germinação

O fenômeno da germinação é muito complexo de ser definido, pode ser a retomada do desenvolvimento do eixo embrionário, que havia sido interrompido no processo de maturação e ao ser estimulado por condições apropriadas, retorna seu crescimento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), ativação de reações bioquímicas e enzimáticas, gerada na absorção de água pela semente, resultando na expansão, divisões celulares e conseqüentemente o crescimento do embrião (CASTRO; HILHORST, 2004), encerramento do período de repouso fisiológico, seguido pelo início do processo germinativo, tendo abordagens diferenciadas pelo olhar da Fisiologia Vegetal, em que o processo se encerra com a protrusão da raiz primária, ou quanto ao ponto de vista dos Tecnologistas de Sementes, que além da protrusão da raiz primária, deve-se avaliar a formação e desenvolvimento da plântula (MARCOS-FILHO, 2015).

A condução de testes de germinação em laboratório auxilia no conhecimento prévio do potencial germinativo das espécies, uma vez que as sementes estão sob condições controladas, permitindo avaliar a capacidade de germinação, identificando lotes com maior probabilidade de apresentar desempenho eficiente, por meio da análise da sua qualidade e vigor, dessa forma é possível comparar o potencial fisiológico, determinar taxas de germinabilidade para posterior uso na semeadura e comercialização, e identificar o período de desempenho para seu armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; FIGLIOLIA, 2015; MARCOS-FILHO, 2015).

2.2 Embebição

O monitoramento da embebição de sementes possibilita conhecer e caracterizar o padrão de hidratação em cada espécie, processo primordial para estudos associados à germinação, permeabilidade tegumentar, mobilização de reservas e inclusão de reguladores vegetais (BORGES et al., 2002; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

Os graus de hidratação podem ser atribuídos a diferença na composição química, ou seja, quantidade de proteínas, amidos ou lipídeos, morfologia da semente e variações na permeabilidade da cobertura. O tegumento exerce papel de reservatório de água nos estágios iniciais da germinação contribuindo para a manutenção do teor de água adequado durante a

embebição, sementes oleaginosas tendem absorver menos água que amiláceas e estas menor proporção que as proteicas, sendo assim, as variações na velocidade e intensidade de absorção serão diferenciadas em cada espécie. Além composição química do tegumento, a permeabilidade pode ser influenciada também por outras características como, a porosidade, estrutura e pigmentação (MARCOS-FILHO, 2015).

Em espécies florestais por meio de análises da embebição, pode destacar-se estudos que buscam identificar o tipo de dormência (OROZCO-SEGOVIA et al., 2007; LOPES; MATHEUS, 2008), determinar a qualidade fisiológica e viabilidade (ATAIDE et al., 2014; MATOS et al., 2015; TORRES et al., 2020; RAMALHO et al., 2020; identificar alterações fisiológicas, bioquímicas e padrões enzimáticos e de proteínas durante o processo de embebição (DANTAS et al., 2008; ALBUQUERQUE et al., 2009; Loureiro et al., 2013; MATOS et al., 2015) a caracterização do padrão germinativo (EVENCIO et al., 2011; DAVIDE et al., 2011; ATAIDE et al., 2016) e por meio dessa caracterização subsidiar outras pesquisas como condutividade elétrica e beneficiamento em campo (PINEDO; FERRAZ, 2008; PIMENTA et al., 2014).

2.3 Tratamentos pré-germinativos

Técnicas que visam agilizar e uniformizar a germinação e emergência das plântulas, como, por exemplo, hidratação controlada, condicionamento osmótico, umidificação, bem como uniformizar variações do grau de dormência, caracterizam-se como tratamentos pré-germinativos (SGUAREZI et al., 2001; MARCOS-FILHO, 2015; VALENTE et al., 2017). Comumente a adoção de técnicas pré-germinativas são utilizadas no setor agropecuário, principalmente para uniformizar a germinação ou regularizar a emergência das plântulas, por meio da escarificação mecânica e imersão das sementes em água (MENDES et al., 2009; NOBRE et al., 2013; RODRIGUES SÁ et al., 2004) e adição de hormônios ativadores de germinação (ARAGÃO et al., 2006). Em espécies florestais os tratamentos pré-germinativos, geralmente são empregados para promover a superação da dormência e viabilizar a germinação (SOUZA et al., 1994; FRANCO FERREIRA, 2002; TOMAZ et al., 2011; SILVA et al., 2021). Contudo pouco dessas tecnologias em sementes florestais destinam-se para a semeadura direta.

O hidrocondicionamento ou hidratação controlada, consiste basicamente na limitação do período de embebição ou da quantidade de água fornecida para a semente, sendo pré-estabelecido o potencial hídrico, processo adicional de condicionamento que pode ser

empregado em sementes que serão mantidas úmidas até a semeadura ou secas para serem armazenadas (MARCOS-FILHO, 2015). O condicionamento das sementes, refere-se à um conjunto de técnicas que incluem tanto o condicionamento fisiológico como o biológico, envolvendo aplicação de materiais de recobrimento, como, por exemplo, a peletização, e utilizando o uso combinado de agentes químicos e físicos, enriquecidos com aditivos, que podem favorecer ao mesmo tempo a germinação e sanidade da semente, realçando sua qualidade e beneficiando seu desempenho em campo, logo, o condicionamento fisiológico objetiva-se em sincronizar ao máximo a germinação e garantir rápido estabelecimento em campo (MARCOS-FILHO, 2015). Sendo assim, o condicionamento osmótico pode ser aplicado em sementes para auxiliar no reflorestamento de áreas degradadas, sobretudo em locais sob condições adversas, como deficiência hídrica entre outras (JELLER; PEREZ, 2003).

O condicionamento osmótico ou osmocondicionamento, emprega o controle da embebição mediante uma solução aquosa, sendo comum o uso do polietilenoglicol (PEG), que permite a realização dos processos metabólicos sem que ocorra a emissão da raiz primária. Dentre os polímeros de polietilenoglicol, o mais utilizado é o de peso 6000 (PEG 6000), por ser inerte, não tóxico e de elevado peso molecular, não penetra nas células das sementes, possibilitando somente a absorção de água, assim, a hidratação dos potenciais hídricos da semente e da solução ocorrem até atingir o equilíbrio, ativando dessa forma o processo bioquímico que prepara a semente para a germinação. No condicionamento osmótico adequa-se também o uso de sais inorgânicos como, o cloreto de sódio (NaCl) e o nitrato de potássio (KNO₃) (VILLELA et al., 1991; MARCOS-FILHO, 2015).

O Polietilenoglicol (PEG 6000) tem sido muito empregado em espécies de cultivares a fim de promover velocidade de germinação, emergência de plântulas e tolerância a estresses (EIRA; MARCOS-FILHO, 1990; LIMA et al., 2001; PEREIRA, 2009; MATIAS et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2013) em espécies florestais, muitos estudos aplicam o polímero para análise da restrição hídrica e benefícios de armazenamento (FANTI; PEREZ, 2003; PINHO et al., 2009; SANTOS et al., 2011; AZERÊDO et al., 2016;) porém poucos utilizam para analisar o efeito da germinação e viabilidade da semente (BORGES et al., 2002; PINEDO, 2005; PINHO et al., 2010; MOTA et al., 2013; SPADETTO, 2018; MISSIO et al., 2018). Contudo mostra-se técnica promissora para adaptar e melhorar o desempenho das sementes florestais diante de condições adversas em campo, principalmente pela propriedade de sincronizar a germinação, mediante a ativação do metabolismo individual de sementes que apresentam

potenciais fisiológicos distintos, promovendo uniformidade no estágio de protrusão da raiz primária, via hidratação controlada.

Os procedimentos adotados são adequados para cada espécie, relacionando-se com os potenciais hídricos e osmóticos, temperatura, período de tratamento e teor de água após condicionamento. No término do condicionamento, pode ser realizada a secagem, processo que interrompe os processos metabólicos não permitindo nesse momento a protrusão da raiz, tendo também como finalidade, facilitar o manejo, a semeadura mecânica e o prolongamento do período de viabilidade durante o armazenamento, podendo ser manuseado de diferentes métodos, como, exposição ao ar natural, soluções saturadas de sais ou estufas de aquecimento e circulação de ar, porém deve-se evitar temperaturas elevadas e secagem muito rápida, pois estas, podem comprometer o potencial fisiológico e causar danos graves no embrião (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS-FILHO, 2015).

Muitos trabalhos empregam o método de secagem das sementes em ar livre e temperatura ambiente (TONIN et al., 2005; PINHO et al., 2009; PINHO et al., 2010; MATIAS et al., 2012; MOTA et al., 2013), ou utilizam secagem rápida em temperatura controlada (FANTI et al., 2003; BRANCALION et al., 2010), contudo alguns não realizaram esse procedimento após o condicionamento (BORGES, 2002; PINEDO, 2005; SPADETTO, 2018; SOUZA et al., 2019; MISSIO et al., 2018).

2.4 Espécies estudadas

A seleção priorizou espécies florestais estabelecidas em grupos sucessionais das pioneiras, potencialmente destinadas à uso na restauração de áreas degradadas, que são atrativas para fauna, favorecendo posteriormente a dispersão de suas sementes, contudo estão classificadas quanto ao tamanho como muito pequena a pequena (classificação estimada pela dimensão e total de sementes/Kg), e mesmo apresentando crescimento rápido, a germinabilidade em campo pode ser baixa, devido a fatores adversos, como temperaturas extremas, restrição hídrica, ataque de patógenos, sendo assim, conhecer o padrão germinativo dessas espécies e condicioná-las, é criar condições que favoreça sua germinação e resistência em campo, garantindo a sustentabilidade do plantio.

Croton urucurana Baill.

Espécie pertencente à família Euphorbiaceae, conhecida popularmente como Sangra d'água, inserida no grupo sucessional das pioneiras, é autocórica e floresce de fevereiro a março com presença de flores melíferas, pode apresentar aproximadamente 120.000 sementes/Kg, possui viabilidade curta de armazenamento e apresenta dormência. Tem ocorrência nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, em solos úmidos, brejosos principalmente em formações ciliares, característica de Floresta Estacional Semidecídua. Frequentemente suas árvores estão empregadas na arborização urbana e sua madeira na construção civil, por ser uma espécie facilmente adaptada à terrenos úmidos, é sempre destinada à plantios mistos em áreas ciliares degradadas. Possui propriedades medicinais, cicatrizante e antibacteriana extraídas de suas seivas (EMBRAPA, 2022; LORENZI, 2008).

Handroanthus heptaphyllus (Vell) Mattos

Espécie pertencente à família Bignoniaceae, conhecida como Ipê-roxo, é classificada como secundária tardia, anemocórica, com florescimento em outubro. Pode conter aproximadamente 29.000 sementes/Kg com viabilidade de armazenamento curta, entre 3 e 4 meses e não apresenta dormência. Ocorre no Sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, principalmente em solos orgânicos, argilosos e de boa drenagem, sendo espécie característica de Floresta Pluvial Atlântica. Sua madeira é classificada como “de lei” por ser resistente a umidade e ataque de insetos, pode ser usada na marcenaria, construção civil e naval. Além de ser popular no paisagismo urbano pela sua bela floração, tem propriedades medicinais e pode ser útil em reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas de preservação permanente degradadas (EMBRAPA, 2022; LORENZI, 2008).

Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms

Essa espécie pertence à família Phytolaccaceae, conhecida popularmente como Pau d'alho, sua classificação sucessional pode ser pioneira (RODRIGUES, 1996) ou secundária tardia (PIÑA-RODRIGUES et al., 1997), floresce de janeiro a junho e tem como polinizador as abelhas e pequenos insetos, suas sementes são classificadas como pequenas (de 5mm – 10mm), podendo ser mensuradas até 15.000/Kg, não apresenta dormência. Possui ampla distribuição geográfica, abrangendo os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco e Rio de Janeiro, espécie característica da Floresta Estacional Semidecidual, na formação Submontana. Sua madeira é utilizada na construção civil, caixotaria, revestimentos, substituindo atualmente o uso da

Araucaria angustifolia. É empregada em setores como celulose, alimentação animal, paisagismo e uso medicinal, contra gripe, reumatismo, anti-hemorrágico e outros (LORENZI, 2008; EMBRAPA, 2022; ALBUQUERQUE et al., 2022).

Jacaranda cuspidifolia Mart

Da família Bignoniaceae, conhecida como Caroba, está classificada no grupo sucessional das pioneiras, floresce de setembro a outubro, pode apresentar até 33.000 sementes/Kg, não apresenta dormência. Ocorrência nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, São Paulo e norte do Paraná, espécie característica de Floresta Semidecídua e transição para o Cerrado. Sua madeira é própria para marcenaria, empregada no paisagismo e urbanização (LORENZI, 2008).

Schinus terebinthifolia Raddi

Espécie pertencente à família Anacardiaceae, popularmente conhecida como Aroeirinha, encontra-se no grupo sucessional das pioneiras, floresce de setembro a janeiro, com flores potencialmente apícolas, com semente classificada muito pequena, apresenta comprimento médio de 2,5 mm e largura de 3,5 mm, pode ter em média 43.000 sementes/Kg, não apresenta superação de dormência. Tem ampla distribuição geográfica abrangendo os estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e do Sul, Santa Catarina e São Paulo, contemplando regiões fitoecológicas como Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Submontana, Floresta Ombrófila Mista, na Floresta Estacional Semidecidual e Decidual. Sua madeira tem baixo valor comercial, é principalmente usada como mourões, das sementes extrai-se óleo que tem propriedade inseticida, além de ter alta empregabilidade na gastronomia e uso medicinal. É recomendada para uso em reflorestamentos, devido atração da avifauna e por recuperar solos pouco férteis (LORENZI, 2008; EMBRAPA, 2022; ALBUQUERQUE et al., 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Seleção de espécies para a Revisão Sistemática

A partir de estudos de Santos (2020), foram selecionadas cinco espécies alvo, *Handroanthus heptaphyllus* (Vell) Mattos (Bignoniaceae), *Jacaranda cuspidifolia* Mart (Bignoniaceae), *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Phytolaccaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae), pertencentes a diferentes grupos sucessionais e empregadas com muita frequência na semeadura direta, porém são espécies que possuem sementes pequenas e a maioria apresentam baixa emergência e estabelecimento em campo.

3.2 Revisão Sistemática de Literatura (RSL)

A revisão sistemática de literatura foi realizada com o objetivo de avaliar o estado-da-arte da pesquisa em embebição e osmocondicionamento de espécies florestais, bem como para elaborar o protocolo de embebição e osmocondicionamento das espécies estudadas. Para tanto, em cada etapa foi definido o fluxo de informações (PULLIN; STEWART, 2006), juntamente com questões-chave norteadoras da pesquisa (Tabela 1; Figura 1). As informações obtidas foram empregadas para elaborar a base de dados com as técnicas adotadas na embebição e osmocondicionamento de espécies florestais.

Foram utilizadas na busca avançada, para auxiliar à filtragem de trabalhos em português e inglês, adjunto ao nome científico das espécies selecionadas, as combinações de palavras-chave em sentenças (*search strings*) empregando: (a) sementes, (b) germinação, (c) emergência, (d) regulador de crescimento, (e) embebição, (f) osmocondicionamento (Tabela 2).

Tabela 1. Descrição das questões a serem respondidas, por meio da RSL, elaborada de acordo com a metodologia proposta por Pullin; Stewart (2006).

Perguntas de Pesquisa	
P1-Pergunta Principal	Quais os insumos mais utilizados para incrementar a germinação e emergência?
P2 Pergunta complementar	Quais as técnicas e práticas mais utilizadas e seus resultados na metodologia de embebição e condicionamento osmótico de espécies florestais?

Figura 1. Fluxograma baseado nas recomendações de Pullin e Stewart (2006), com as etapas para a Revisão Sistemática de literatura, em busca realizada na base de dados do Google Acadêmico, entre os períodos de 1990 a 2021.

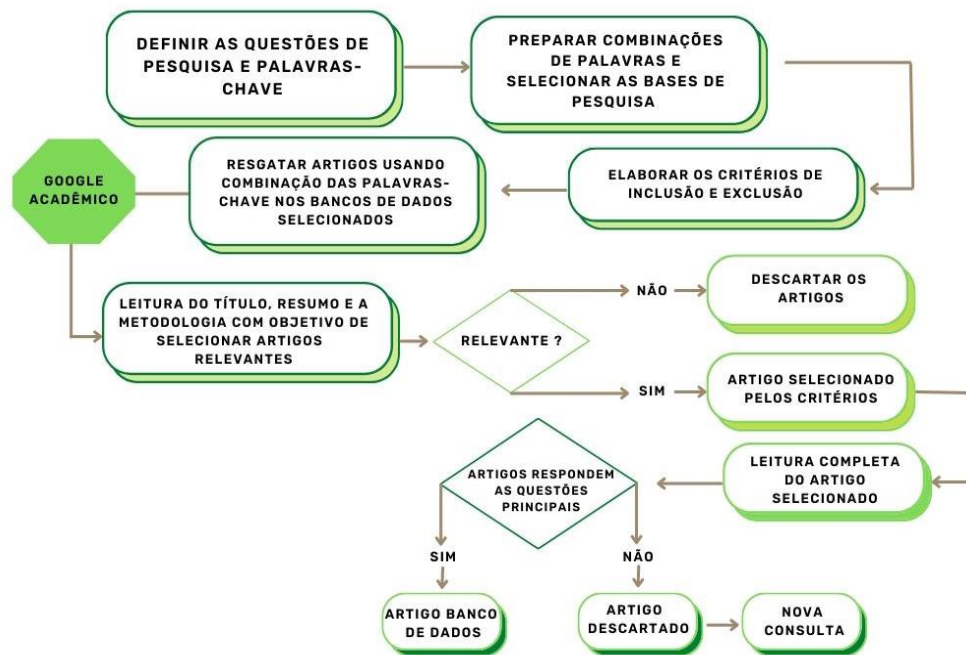


Tabela 2. Descrição de combinações de palavras-chaves (search strings), utilizadas na busca em “pesquisa avançada” da base de dados do Google acadêmico, no período de 1990 a 2021.

Combinações de palavras-chaves		
Campo todas as palavras	Frase exata	Outras palavras
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> and <i>Tabebuia heptaphylla</i>		“germinação” or “germination”
<i>Croton urucurana</i>	“Sementes”	“emergência” or “emergence”
<i>Schinus terebinthifolia</i> and <i>Schinus terebinthifolius</i>	or “seed”	“regulador crescimento” or “stimulate”
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>		“embebição” or “soaking”
<i>Gallesia integrifolia</i>		“osmocondicionamento” or “priming”

Em princípio, a busca ocorreu na base do Google Acadêmico, contemplando o período de 1990 a 2021, agrupando-se a cada quatro anos, a fim de definir o período de referência para a coleta de dados, empregando o uso das palavras-chave. Estabelecido o período de referência, efetuou-se a filtragem dos artigos a partir dos critérios de inclusão e exclusão (Tabela 3). A seguir procedeu-se à leitura do título, resumo e material e métodos, para os artigos que abordavam as espécies-alvo (Tabela 2). Concluída esta etapa, fez-se a leitura completa dos

artigos selecionados, a fim de incluir informações no banco de dados. Para complementar as informações não atendidas, buscou-se estudos que envolvessem outras espécies da mesma família das espécies alvo. Para tanto, utilizou-se como palavras-chave: (a) nome da família, (b) curva de embebição e (c) osmocondicionamento, sendo os dados inseridos em banco de dados complementares.

Tabela 3. Critérios de inclusão e exclusão dos artigos obtidos na base do Google Acadêmico, nos períodos de 1990 a 2021.

Inclusão	Exclusão
Trabalhos como artigos, tese ou dissertação Estudos realizados com sementes florestais	Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) ou Resumos em anais de congresso ou eventos
Estudos que apresentaram fatores limitantes para germinação ou emergência	Ausência do nome das espécies-alvo no título e/ou resumo
Estudos que utilizaram insumos tecnológicos (tratamentos pré-germinativos)	Artigos que não se referem diretamente às pesquisas realizadas com as espécies alvo
Estudos que apresentaram dados de osmocondicionamento	
Dados que envolveram resultados sobre curva de embebição	
Estudos que incluíssem espécies-alvo em semeadura direta	

3.3 Banco de dados e protocolos para embebição de sementes e osmocondicionamento

A partir da leitura dos artigos, buscou-se reunir dados sobre os períodos de embebição e as técnicas de osmocondicionamento. Buscou-se informações sobre substrato utilizado, método de germinação, armazenamento da espécie, temperatura e umidade do substrato, número de sementes por repetição, tratamentos para a superação de dormência, métodos de embebição, tratamentos pré-germinativos e potenciais osmóticos (MPa).

Em relação à embebição e ao osmocondicionamento também foram obtidas informações, antes e após sua aplicação, em relação ao teor de água das sementes (%), germinação (%), índice de velocidade e tempo de germinação, emergência em campo (%), fatores limitantes e resultados obtidos. Esses dados foram sistematizados em uma base de dados, com as espécies nas linhas e as informações nas colunas. Após a análise dos dados coletados, definiram-se os protocolos de embebição e osmocondicionamento para as espécies-alvo.

Contudo, as informações coletadas foram insuficientes para avaliar adequadamente os períodos de embebição e técnicas de osmocondicionamento para as espécies-alvo. Assim, realizou-se nova revisão na base de dados, a partir do refinamento da busca pela família de cada espécie e, por trabalhos que embasassem a determinação de períodos para a embebição das sementes, ao menos em níveis de gênero e família botânica.

3.4 Seleção e origem das espécies das sementes da parte experimental

A partir de 38 espécies de sementes florestais identificadas por Santos (2020) como potenciais para a semeadura direta, foram definidas como espécies alvo aquelas que apresentavam sementes pequenas e/ou palhentas e de diferentes grupos sucessionais com boa germinação em laboratório (> 30%), mas baixa emergência e estabelecimento em campo. Enquadraram-se no critério *Handroanthus heptaphyllus* (Vell) Mattos (Bignoniaceae), *Jacaranda cuspidifolia* Mart (Bignoniaceae), *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Phytolaccaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae). As espécies *H. heptaphyllus* e *J. cuspidifolia* foram classificadas como sementes “palhentas” e *S. terebinthifolia* e *G. integrifolia* foram incluídas por apresentarem germinação rápida e alta em laboratório (> 60%) e *C. urucurana* por apresentar baixa germinabilidade (MORI et al. 2012).

As sementes utilizadas foram coletadas em 2020, procedentes de áreas de restauração florestal e fragmentos em zonas de Floresta Estacional, situadas na região Sudeste do Estado de São Paulo, no município de Promissão, Latitude: 21° 32' 12" S e Longitude: 49° 51' 29" W. Os lotes foram compostos de mistura de sementes da mesma espécie e safra, recém-colhidos de várias matrizes, mantidos em câmara-fria (5 °C) até a instalação dos ensaios, a partir de janeiro de 2022.

3.5 Determinação da curva de embebição das sementes

Os lotes de cada espécie foram caracterizados pela determinação do teor de água, através do método de estufa a 105°C, com duas amostras de 25 sementes cada, para o peso de mil sementes (PMS) e número de sementes.Kg⁻¹ pesou-se dez amostras com 100 sementes cada, de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS e Instruções para Análise de Sementes

Florestais (BRASIL, 2009; BRASIL, 2013). Realizou-se a superação de dormência das sementes de *Croton urucurana* por meio de escarificação mecânica com o auxílio de lixa d'água. Simultaneamente, instalou-se o teste de curva de embebição, com a utilização de quatro repetições com 25 sementes de cada espécie, umedecendo-se três folhas de papel *germitest* na proporção de 2,5 vezes sua massa, acomodando as sementes sobre duas folhas e cobertas por outra, no formato rolo de papel, acondicionadas em embalagem plástica e armazenadas em germinador do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), a 25° C e fotoperíodo de 12h. Pesaram-se as sementes em balança de precisão (0,0001g), em intervalos de uma hora, nas primeiras 12 horas e, posteriormente, a cada 24 horas, até o início da germinação, considerando como protrusão da raiz primária com tamanho $\geq 2\text{mm}$. Avaliou-se as sementes até a estabilização da germinação. Determinou-se a curva de embebição por meio do aumento do teor de água (%) em relação ao tempo de absorção de água, calculou-se a porcentagem de germinação (% G) de acordo com a equação descrita por Laboriau (1983) (Equação 1) e avaliou-se o vigor das sementes pelo Índice de Velocidade de Germinação (IVG), de acordo com Santana e Ranal (2004) (Equação 2).

$$\% G = \frac{N}{A} * 100$$

Equação 1

Onde:

N = número de sementes germinadas;

A = número total de sementes colocadas para germinar.

$$\text{IVG} = \frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} + \dots + \frac{G_i}{T_i}$$

Equação 2

Onde:

G = número de plântulas germinadas por dia

T = tempo (dias).

3.6 Condicionamento osmótico

Etapa 1 - Pré-teste - Condicionamento osmótico sem período de secagem

Nesta etapa realizou-se os pré-testes com o objetivo de determinar a metodologia a ser aplicada no condicionamento osmótico. Foram utilizadas sementes de *J. cuspidifolia* e *G. integrifolia*, atendendo como critério de seleção, espécies que atingiram acima de 35% de germinação no experimento de curva de embebição. O osmocondicionamento foi realizado com a utilização de Polietilenoglicol (PEG 6000). O cálculo para as concentrações de PEG foi obtido

pela equação descrita por Michel e Kaufmann (1973). Prepararam-se as soluções osmóticas em 250mL de água para cada potencial osmótico (-0,6; -0,9; -1,2 e -1,5 MPa) e o controle (0,0 MPa) utilizando água destilada e empregou-se quatro repetições de 25 sementes para cada concentração de solução (tratamentos). As sementes de *J. cuspidifolia* e *G. integrifolia* foram colocadas em placas de Petri sobre duas folhas de papel germitest e cobertas por outra, embebidas com 4 mL de solução por tratamento e, posteriormente, mantidas em B.O.D. a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas, por períodos de 12, 24, 48, 72 e 96 horas.

Após os períodos de embebição em PEG, as sementes foram lavadas em água corrente destilada, e dispostas em folhas de papel toalha para remoção do excesso de água. A seguir, instalou-se o teste de germinação em rolo de papel, conforme as normas da RAS. Avaliou-se os tratamentos após o sétimo dia de instalação e, posteriormente, duas vezes na semana. Contabilizou-se a porcentagem de sementes germinadas, considerando raiz primária protruídas com tamanho $\geq 2\text{mm}$, pelo período médio de 20 dias, e para estimar o vigor das sementes, empregou-se o IVG e Tempo médio de germinação (TMG) de acordo com Laboriau (1983) (Equação 3).

$$\text{TMG} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

t_i = tempo entre o início do experimento e a *i-ésima* observação (dia ou hora);

n_i = número de sementes que germinam no t_i ;

k = último dia da observação.

Etapa 2 - Condicionamento osmótico com período de secagem

Nesta etapa além das sementes de *J. cuspidifolia* e *G. integrifolia*, incluiu-se sementes de *S. terebinthifolia*, realizando o condicionamento osmótico de acordo com métodos estabelecidos no pré-teste. As sementes de *S. terebinthifolia* foram colocadas em placas de Petri sobre duas folhas de papel germitest (80g) e cobertas por outra, embebidas com 4 mL da solução osmótica por tratamento (0, -0,6, -0,9, -1,2 e -1,5 MPa), enquanto *J. cuspidifolia* e *G. integrifolia*, por apresentarem tamanho maior que *Schinus*, foram acomodadas em caixa do tipo gerbox sobre duas folhas de papel germitest (250g) e cobertas por outra, embebidas com 18 mL da solução osmótica e, posteriormente, mantidas em germinador B.O.D. a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas, pelos períodos de 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas.

Após os períodos de embebição em PEG, as sementes foram lavadas em água corrente destilada, retirou-se o excesso de água com papel toalha, foram dispostas sob folha de papel sulfite (sob formato de caixa) e acondicionadas em estufa de circulação de ar forçado a 35 °C. Em intervalos pausados de 15 minutos, foram retiradas e pesadas em balança de precisão (0,0001g), até que retornassem ao peso inicial das sementes (sem embebição), sendo este utilizado como parâmetro para atingir o teor de água inicial, para isso, foi necessário secagem, por média de 37 minutos para as sementes de *Schinus terebinthifolia*, 56 minutos para *Jacaranda cuspidifolia* e 74 minutos para *Gallesia integrifolia*. Posteriormente, instalou-se o teste de germinação em rolo de papel, conforme estabelecido pela RAS. Avaliou-se os tratamentos após o sétimo dia de instalação e, posteriormente, duas vezes na semana. Contabilizou-se a porcentagem de sementes germinadas, considerando raiz primária protundida com tamanho $\geq 2\text{mm}$, pelo período médio de 26 dias e o vigor das sementes pelos índices IVG e TMG.

3.7 Análise Estatísticas de dados

Os dados da Revisão Sistemática de Literatura foram analisados qualitativamente pelo software Excel.

A curva de embebição foi estabelecida por modelo polinomial de terceira ordem, pelo R versão 4.2.2 (R Core Team, 2022), utilizando a equação: $A + BX + CX^2 + DX^3$, modelo que apresentou maior similaridade com a curva sigmoideal, para analisar a relação entre o percentual de teor de água absorvido pela semente e o tempo de embebição.

Na etapa 1 (pré-teste) os experimentos foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes cada, com cinco potenciais osmóticos (T0, T-0,6, T-0,9, T-1,2 e T-1,5 MPa) e cinco períodos de embebição (12, 24, 48, 72 e 96 horas), com total de 100 parcelas experimentais, realizando-se a análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade seguida do Teste de Tukey para cada um dos fatores (potencial osmótico e períodos de embebição) analisando em função da porcentagem de germinação (G%).

Para a etapa 2, utilizou-se também o arranjo em delineamento inteiramente casualizado (DIC) seguindo o esquema fatorial 2 x 4, cujo primeiro fator é relativo às concentrações osmóticas, com cinco potenciais osmóticos (T0, T-0,6, T-0,9, T-1,2 e T-1,5 MPa), o segundo,

referente aos seis períodos de embebição (12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas) totalizando 120 parcelas experimentais. As análises estatísticas foram realizadas no programa Excel e no R versão 4.2.2 (R Core Team, 2022), aplicando-se análise de variância (ANOVA), teste de normalidade pelo Shapiro-Wilk e Tukey 5%, utilizando os pacotes base ExpDes (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014), para analisar a interação do fator potencial osmótico com o tempo de embebição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estado-da-arte da pesquisa em embebição e osmocondicionamento

No total, foram obtidos 23.462 trabalhos, compreendendo o período entre 1990 e 2021 (Figura 2). Contudo, 54,6% das pesquisas sobre as espécies-alvo se concentraram entre 1998 e 2021, com 12.660 trabalhos (Figura 3), cujo total foi empregado como referência. Empregados os critérios de inclusão e exclusão (Tabela 3), apenas 32 trabalhos atenderam às condições estabelecidas (Tabela 4).

Figura 2. Resultados da busca com search strings aplicadas no Google Acadêmico, referente ao período de 1990 a 2021 que envolveu 23.462 trabalhos. Pesquisa realizada em setembro, 2021.

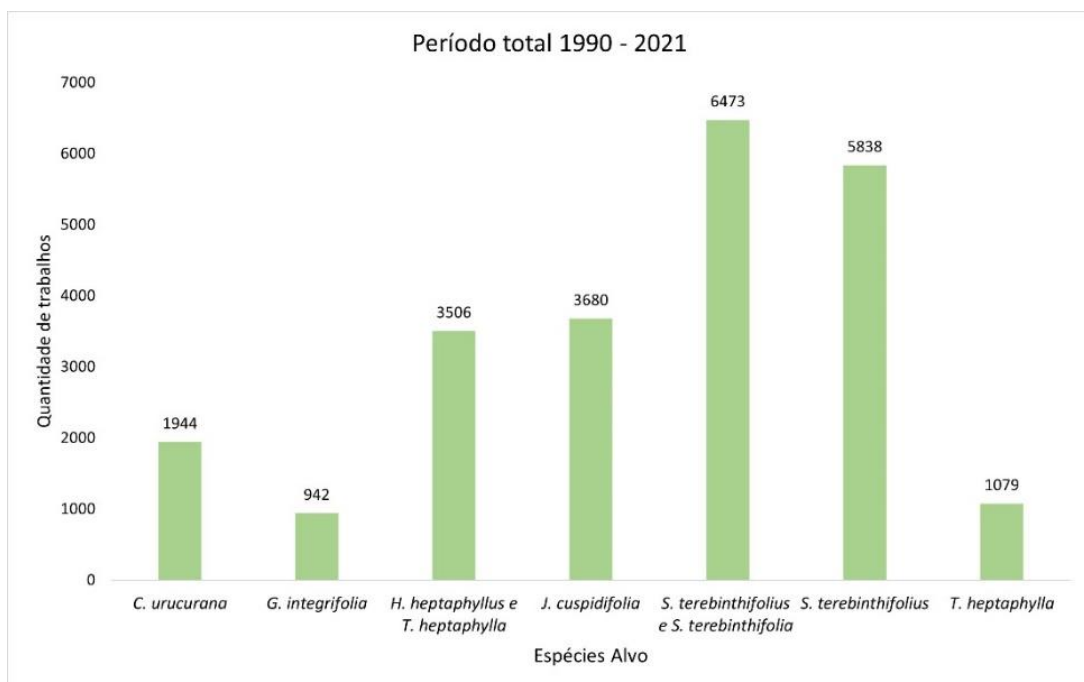


Figura 3. Resultados da busca com search strings aplicadas no Google Acadêmico, referente ao período de 1998 a 2021, que envolveu 12.660 trabalhos. Pesquisa realizada em setembro, 2021.

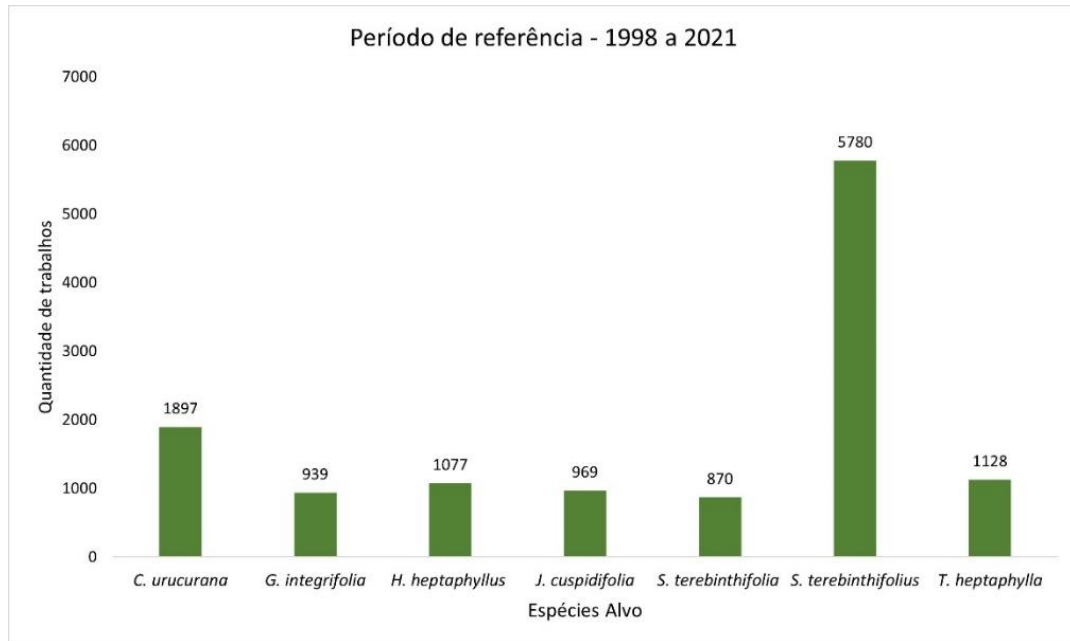


Tabela 4. Quantificação dos períodos e trabalhos encontrados para cada espécie e quantidade de artigos que responderam às questões principais da pesquisa, após utilização de critérios de inclusão e exclusão no período de referência. Pesquisa realizada em setembro, 2021.

Espécie alvo	Período de referência	Artigos encontrados	Artigos aceitos
<i>Croton urucurana</i> (Sangra d'água)	2002-2021	1.897	2
<i>Gallesia integrifolia</i> (Pau d'alho)	2002-2021	939	3
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Ipê roxo)	2010-2021	1.077	6
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Ipê roxo)	2006-2021	1.128	4
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> (Caroba)	1998-2001	969	4
<i>Schinus terebinthifolia</i> (Aroeira)	1998-2021	870	3
<i>Schinus terebinthifolius</i> (Aroeira)	1998-2021	5.780	10
Total		12.660	32

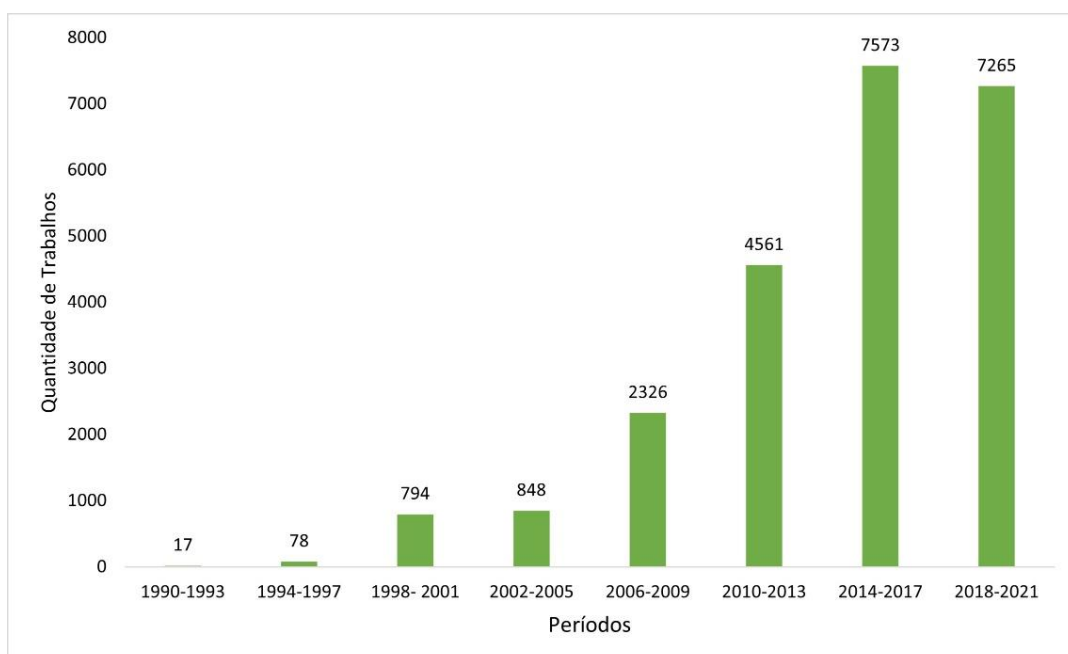
O período total de busca (1990 a 2021) compreendeu 23.462 pesquisas (n_{total}), dentre estas, o gênero *Schinus*, concentrou maior número de trabalhos ($n = 6.473$ -27,5%). No período de relevância (1998 a 2021) ao pesquisar *Schinus terebinthifolia* junto a seu homotípico *Schinus terebinthifolius*, constatou-se o total de 6.650 trabalhos (Tabela 4), sendo os maiores valores encontrados na busca com o nome da variante ortográfica não mais utilizada (*Schinus terebinthifolius*) ($n = 5.838$) no período total e 5.780 no período de referência. Esta quantidade de trabalhos pode ser explicada pela importância da espécie, popularmente conhecida como

“pimenta rosa”, de alta representatividade pelo seu valor econômico, alta empregabilidade no comércio alimentício e medicinal e funcionalidade na área de reflorestamento (EMBRAPA, 2003). Contudo, após avaliados os critérios de inclusão e exclusão, apenas três trabalhos atenderam às condições estabelecidas.

Dos trabalhos obtidos a partir dos critérios de inclusão e exclusão ($n_{\text{artigos encontrados}} = 12.660$) apenas 0,25% desses ($n_{\text{artigos aceitos}} = 32$) foram lidos completamente e incluídos no banco de dados, por apresentarem informações concisas que respondessem às principais questões da pesquisa. Em estudos com revisão sistemática, é comum obter-se poucos trabalhos (PALADINES, 2018; CALAZANS et al., 2021), o que evidencia o déficit de estudos que envolvem as palavras-chave adotadas quando aplicadas à restauração florestal e ao potencial uso das sementes florestais.

Pesquisas que envolvem espécies florestais surgem com maior frequência na literatura a partir de 2001 (Figura 4). Este fato pode ter sido influenciado pela ECO-92, por ter como alguns de seus propósitos a conservação da biodiversidade e manejo florestal. Ações resultantes do estabelecimento da Agenda 21 entre 1996 e 2002, incentivaram atividades de manejo, conservação e desenvolvimento sustentável, bem como o conhecimento científico para implementar e fortalecer políticas públicas (BRASIL, 2020).

Figura 4. Resultados dos trabalhos da RSL, encontrados na busca no Google Acadêmico, referente ao período de 1990 a 2021, que envolveu 23.462 artigos. Pesquisa realizada em setembro, 2021.



Na revisão, nos períodos de 2006 a 2021, percebeu-se o crescimento de estudos com espécies florestais, no intuito de conhecer os processos biológicos. Antes deste período, as sementes de espécies florestais foram incluídas no artigo 47 da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003) e regulamentadas no Decreto 10.586 de 18 de dezembro de 2020 (BRASIL, 2020), o que resultou no impulsionamento da pesquisa em sementes florestais pelos órgãos de fomento (PIÑA-RODRIGUES et al., 2019). Paralelamente, dentre outras legislações, foi promulgada a Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas, na qual o art. 2, parágrafos VI e VII, discorre sobre a “difusão da pesquisa relacionada à conservação, à recuperação e ao uso sustentável das florestas, bem como, fomento ao conhecimento e conscientização da população sobre a importância da conservação e manejo sustentável dos recursos florestais” (BRASIL, 2006).

4.2 Estudos sobre embebição e osmocondicionamento

Dos 32 trabalhos selecionados, todos apresentaram teste de germinação, dos quais 78,1% (n=25) informaram o percentual de germinação (% G), 25% (n=8) também apresentaram o percentual de emergência (%E), 46,8% (n=15) relataram informações sobre teor de água, 15,6% (n=5) utilizaram testes com insumos tecnológicos. O Ácido Giberélico foi o insumo mais utilizado 9,3% (n=3), seguido de Nitrato de Potássio, Stimulate® e Polietilenoglicol (PEG), com 3,1% (n=1) para cada insumo e apenas 6,25% (n=2) descreveram o processo de embebição.

Em relação aos períodos de embebição e técnicas de condicionamento osmótico, percebeu-se escassez de informações. Contudo, para *J. cuspidifolia* (n = 3; 9,4%) e *G. integrifolia* (n = 2; 6,3%) encontrou-se a maior proporção (Tabela 5). Na revisão complementar, ao se adotar o refinamento por família de cada espécie, obteve-se trabalhos que embasaram a determinação de períodos para a embebição das sementes, em que foram dominantes os estudos com a família Bignoniaceae (n = 3) (Tabela 6).

Tabela 5. Períodos de embebição (em água) e técnicas de osmocondicionamento, com diversos insumos, ácido giberélico (GA), nitrato de potássio (KNO₃), nitropurinato de sódio (SNP), solução com Stimulate® e Polietilenoglicol (PEG) a partir de revisão sistemática de literatura de 32 artigos analisados de 1998 a 2021, no Google Acadêmico. Conc.= concentração.

Espécie	Período embebição (horas)	Condicionamento (insumo/conc.)	Período Cond. (horas)	Referências
<i>C. urucurana</i>	24	GA (200 mg L ⁻¹)	12	Scalon, et al. (2012)
<i>G. integrifolia</i>	48	-	-	Guollo et al. (2016)
	-	KNO ₃ (0, 0,01, 0,1, 1 e 10 mg L ⁻¹)	1	Lopes et al. (2015)
	-	SNP (0, 0,01, 0,1, 1 e 10 mg L ⁻¹)	1	
<i>H. heptaphyllus</i>	-	PEG 6000 (-1,7 MPa)	72	Caldas (2013)
<i>J. cuspidifolia</i>	-	GA (125 mg L ⁻¹)	24	Scalon (2006)
	-	GA (0,3%)	não informa	Teles (2018)
	-	Stimulate (6, 8, 12, 18 e 24 ml L ⁻¹)	uma borrifada	Soares et al. (2017)
	-	-	-	-
<i>S. terebinthifolia</i>	-	-	-	-

Tabela 6. Resultado dos períodos de embebição encontrados na busca complementar, por família das espécies-alvo, no Google Acadêmico.

Família	Espécies encontrada	Espécies alvo	Período embebição (horas)	Referências
Anacardiaceae	<i>S. terebinthifolius</i>	<i>S. terebinthifolia</i>	0,4,8,16,24,48,72, 96,120,144, 168,192	Paiva (2012)
	<i>H. crhysotrichus</i>		0, 2, 4, 6, 8, 24 (cada 24h até 72)	Guollo et al. (2018)
Bignoniaceae	<i>H. impetiginosus</i>	<i>H. heptaphyllus</i> e <i>J. cuspidifolia</i>	0, 1, 2, 3, 4,5, 6, 7,5, 9, 10,5, 12, 24, 36, 48, 60	Santos (2016)
	<i>J. brasiliana (LAM)</i>		1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120	Lima et al. (2018)
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas L.</i>	<i>C. urucurana</i>	0, 6, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132	Loureiro et al. (2013)
	<i>Ricinus communis L.</i>		0,20,40,60,80, 100,120	Zuchi et al. (2012)
Phytolaccaceae	<i>G. integrifolia</i>	<i>G. integrifolia</i>	0, 2, 4, 6, 8, 24 (cada 24h até 72)	Guollo et al. (2018)

Contudo, em relação às técnicas de condicionamento osmótico, a maioria dos estudos encontrados foram com a família Fabaceae (n = 9), Cucurbitaceae e Malvaceae (n = 1) (Tabela 7). Os resultados evidenciaram a escassez de pesquisas para as espécies deste estudo. Isso dificulta entender os processos e desenvolver técnicas para sua utilização na semeadura direta com maior eficiência na emergência e aproveitamento das sementes. Desta forma, mostrou-se necessária a elaboração de protocolos visando a conhecer a ecofisiologia dessas espécies.

Tabela 7. Técnicas de osmocondicionamento com PEG (6000), potencial osmótico (P.O.) utilizado e período de embebição na solução em horas (h), obtidas a partir de revisão pela busca complementar por espécies florestais, no Google Acadêmico.

Família	Espécie analisada	P.O. (MPa)	Período (horas)	Referências
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	-1,0	24	Matias et al. (2012)
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8	24	Souza et al. (2019)
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel.) J. F. Macbr.	-0,4; -0,8	10	Spadeto et al. (2018)
	<i>Piptadenia moniliformis</i> Benth	0,0; - 0,3; -0,6; -0,9, -1,2; -1,5	-	Azerêdo et al. (2016)
	<i>Platymiscium pubescens</i> var. <i>pubescens</i>	-0,4 e -0,6	96 e 120	Borges (2003)
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	-1,0	6, 12 e 24	Tonin et al. (2005)
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.)	-0,4	24	Pinho et al. (2009)
	Fabaceae	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. Ex Walp.	0, 200, 480, 700, 890g	144
<i>Parkia nítida</i> Miq		0, 200, 360, 600, 790g	168	Pinedo (2005)
<i>Parkia multijuga</i> Benth.		0, 600g	192	
Malvaceae	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	0,0, -0,1, -0,2, -0,3, -0,4, -0,5, -0,6; -0,7	24	Fanti; Perez (2003)

4.3 Determinação da Curva de Embebição para as espécies-alvo

Na caracterização inicial dos lotes as espécies atingiram teores de água próximos a 12% (Tabela 8), próximos ao ideal para espécies ortodoxas, de 10 a 20% (GOLDFARB; QUEIROGA, 2013; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; COSTA, 2009).

Tabela 8. Caracterização inicial dos lotes de sementes, de procedência de áreas de restauração florestal, localizadas em Promissão-SP, coletadas em 2020. PMS = peso de mil sementes.

Espécie	Teor água (%)	PMS (g)	Nº sem/Kg
<i>Croton urucurana</i> Baill.	12,09	10,376	96.376,25
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	11,59	44,960	22.241,99
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell) Mattos	11,28	43,270	23.110,70
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart	10,01	22,790	43.878,89
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	15,07	15,501	64.511,96

A absorção de água pela semente pode ser influenciada pelo seu tegumento, pela disponibilidade de água no solo e pelo diferencial de potencial hídrico entre a semente e o meio, entre outros. Com o monitoramento da embebição das sementes é possível identificar o padrão trifásico de hidratação observado em espécies agrícolas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A embebição é dividida em três fases, em que a primeira fase (F1) é caracterizada pela rápida absorção de água, pelo aumento de massa das sementes (BEWLEY; BLACK, 1985) e determinada pelo potencial matricial da semente seca (CASTRO; HILHORST, 2004), na fase dois (F2), ocorre a estabilização do teor de água (BEWLEY; BLACK, 1985) e as sementes mantêm esse conteúdo constante, ou aumentam pouco e lentamente sua massa, o que caracteriza a fase conhecida como de preparação e ativação metabólica (CASTRO; HILHORST, 2004). E seguidamente se caracteriza a fase três (F3), quando ocorre novo aumento de água na semente, desta vez, associado ao crescimento do embrião, que provoca, conseqüentemente, a protrusão da raiz primária (CASTRO; HILHORST, 2004), por isso a embebição é classificada como trifásica.

A maioria das espécies estudadas apresentaram o modelo trifásico de embebição. Observou-se que as sementes de *G. integrifolia* e *S. terebinthifolia* obtiveram maior velocidade de embebição na fase 1 (Figura 5) que as demais espécies, sendo de até 12 horas, estando dentro

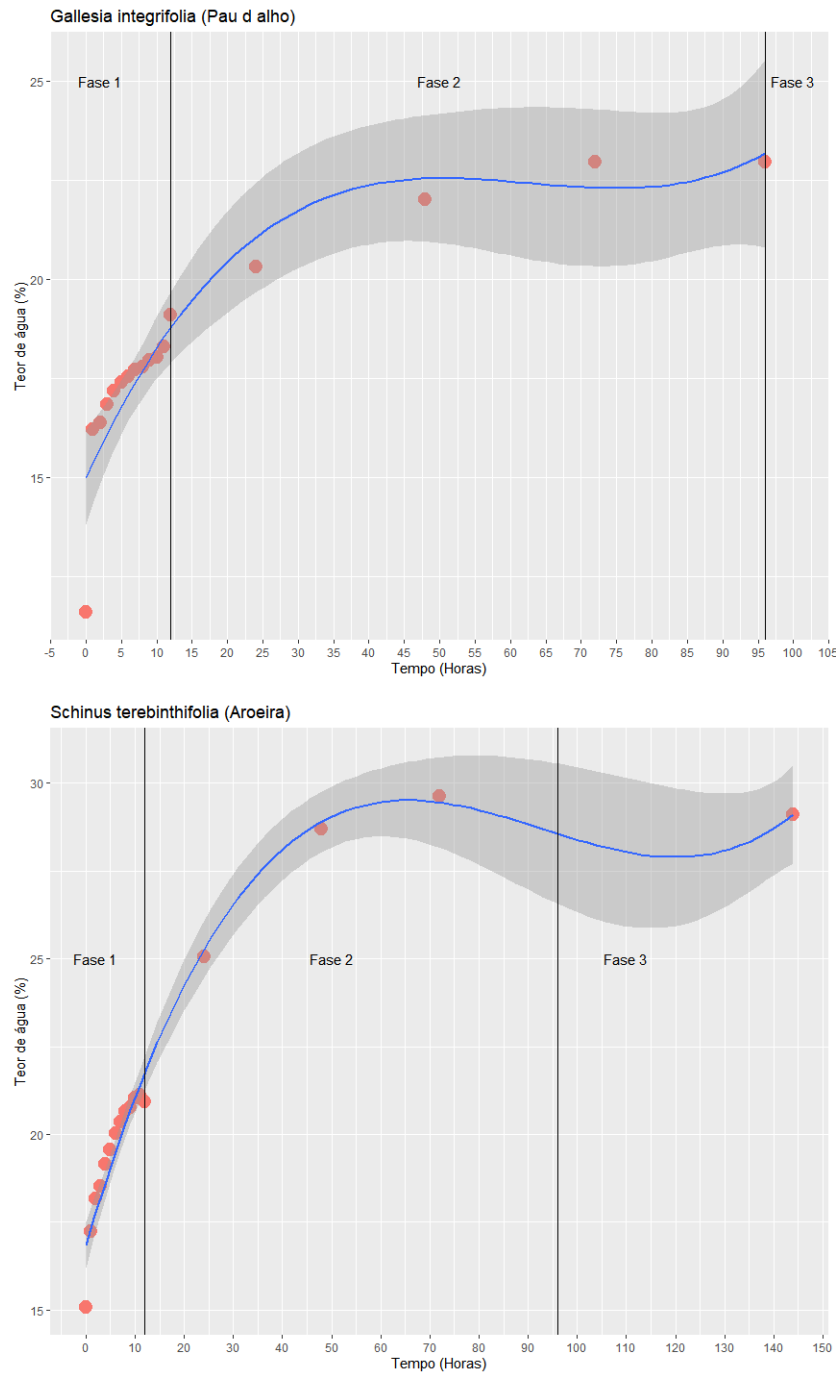
do tempo adequado para absorção da primeira fase, entre oito a dezesseis horas, de acordo com Marcos-Filho (2015). Contudo, o tempo de embebição pode variar para a mesma espécie, como constatado para *G. integrifolia*, com 2 (SOUZA, 2013) e 8 horas (GUOLLO et al., 2018) e para *S. terebinthifolia*, com 4 horas (PAIVA, 2012).

As sementes de *H. heptaphyllus* e *J. cuspidifolia* tiveram maior lentidão para completar a F1, até 48 horas, esse tempo mais longo, pode estar envolvido com a ativação dos mecanismos de reparo de danos, providos neste caso, principalmente do período de armazenamento (MARCO-FILHO, 2015), uma vez que essas espécies apresentam curta viabilidade quando armazenadas. O contrário foi observado em sementes de *Handroanthus crhysotrichus*, *Handroanthus impetiginosus* e *Jacaranda brasiliana*, que apresentaram embebição da primeira fase em 4 horas, 6 e 2 horas, respectivamente (GUOLLO et al., 2018; SANTOS, 2016; LIMA et al., 2018), embora não sejam sementes da mesma espécie, ambas são representadas pela família Bignoniaceae, provavelmente obtiveram menor tempo de embebição inicial, devido aos testes serem realizados recente a colheita das sementes, enquanto as sementes aqui avaliadas tiveram um período de armazenamento, antes da realização dos mesmos, o que pode ter favorecido a perda do vigor das mesmas.

Para *C. urucurana* observou-se absorção de água irregular, até 24 horas, não sendo possível identificar com clareza a F1 e observar o padrão trifásico da embebição, fato provavelmente associado à presença de dormência física (PIÑA-RODRIGUES; FREITAS, 2012; BRASIL, 2013), caracterizada pela absorção irregular de água, que pode demonstrar variação da dormência dentro do lote. Contudo a ausência de germinação pode estar também relacionada a maturação da semente, pois sementes de coloração caramelo e preto, obtiveram germinação nula, enquanto as de coloração cinza 63,3% (SCALON et al., 2012). Em sementes pertencentes a mesma família, Euphorbiaceae, como *Ricinus communis* L. a (F1) foi identificada em até 6 horas (ZUCHI et al. 2012) e em *Jatropha curcas* L. em 12 a 15 horas e até 32 horas, para sementes independentes da classe de tamanho (EVENCIO et al., 2011; LOUREIRO et al., 2013; SMIDERLE et al., 2013).

A fase F3, com a emissão de raiz primária em *G. integrifolia* e *S. terebinthifolia*, ocorreu em 96 horas (Figura 5), contudo pode haver variação no tempo de embebição de 48 (GUOLLO et al., 2018) a 72 horas (SOUZA, 2013) para a protrusão. Para *S. terebinthifolia*, na F3 há estudo indicando período mais prolongado, de emissão da raiz primária após 144 horas (PAIVA, 2012).

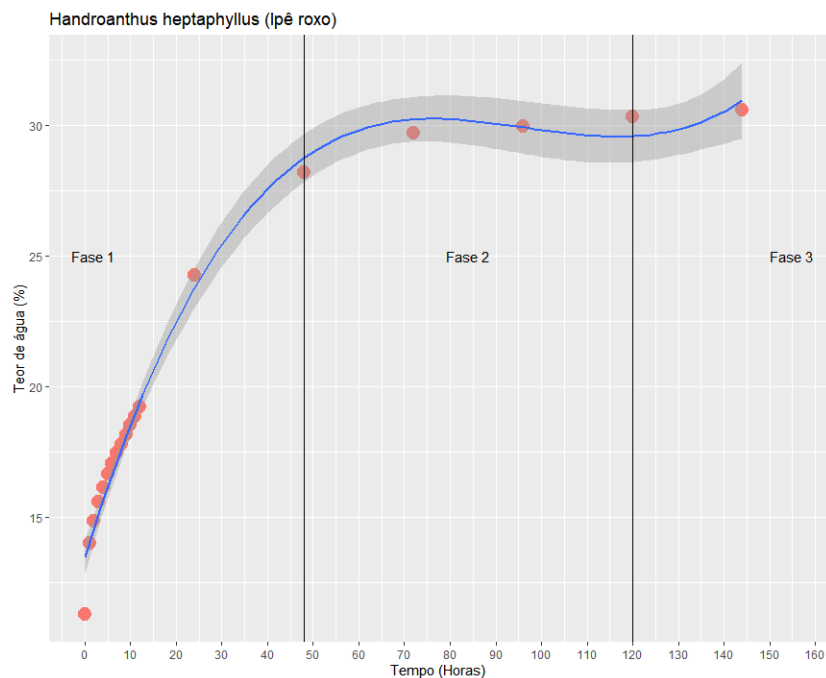
Figura 5. Curvas de embebição aplicada em modelo de regressão polinomial representando o aumento porcentual do teor de água de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms e *Schinus terebinthifolia* Raddi, com protrusão de raiz primária após 96 horas. Sorocaba, fevereiro, 2022.



As demais espécies, *H. heptaphyllus*, *C. urucurana* e *J. cuspidifolia* apresentaram maior lentidão na F3. Observou-se a protrusão da raiz primária com 120 horas de embebição para *H. heptaphyllus* (Figura 6). Esse tempo foi variável entre espécies Bignoniaceae como *H. impetiginosus*, com a protrusão radicular, após 100 horas (Santos, 2016), 48 horas para *H. crhysotrichus* (GUOLLO et al., 2018) e de 41 horas para *T. rosealba* (SILVA et al., 2020).

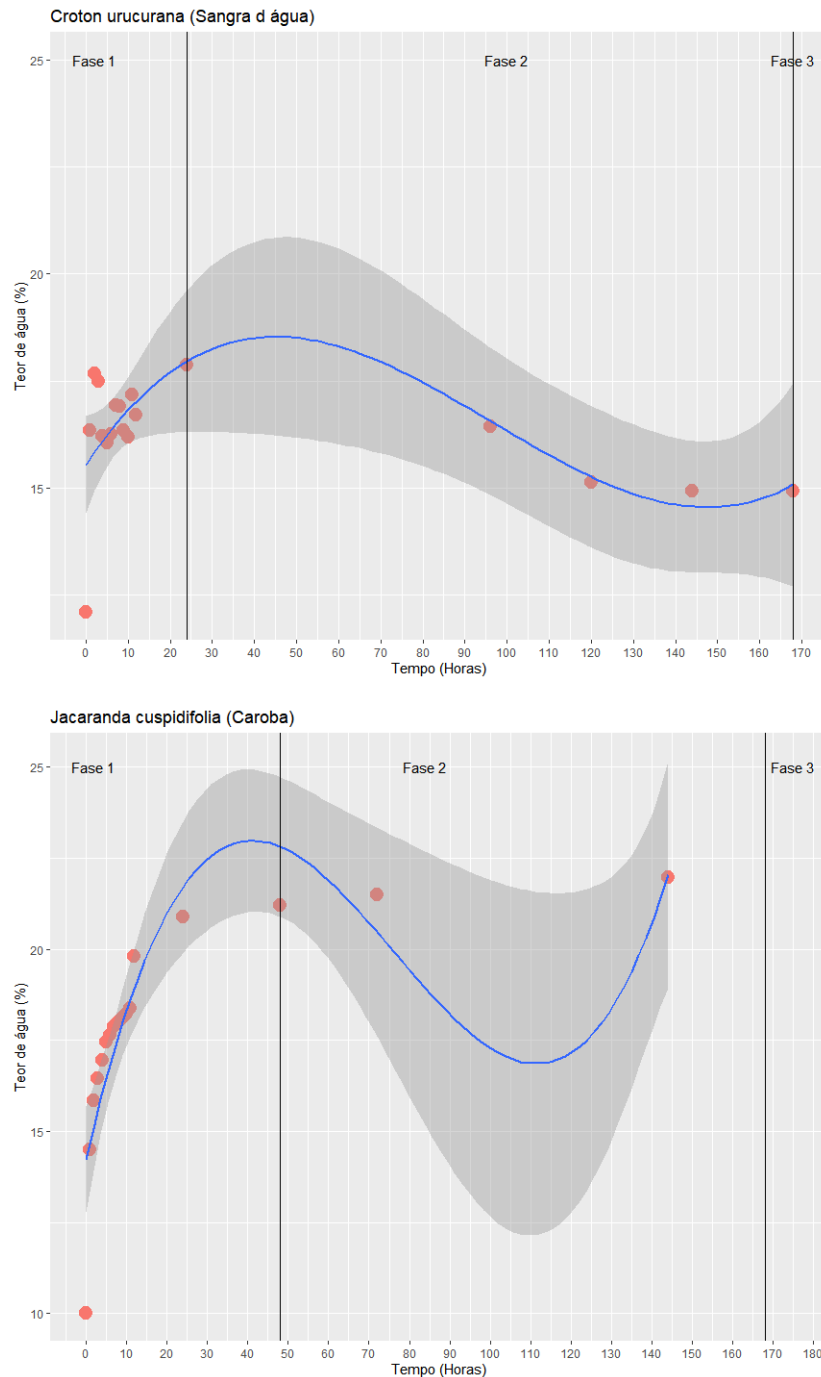
Considerando que a morfologia do tegumento do gênero *Handroanthus* e *Tabebuia* é muito similar (SOUZA, 2022), pode-se sugerir interferência nesse longo tempo para a germinação, a perda do vigor e viabilidade, devido deterioração adquirida pelo período de armazenamento.

Figura 6. Curva de embebição aplicada em modelo de regressão polinomial representando o aumento porcentual do teor de água de sementes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell) Mattos, com protrusão de raiz primária após 120h. Sorocaba, fevereiro de 2022.



A emissão das raízes primárias das sementes de *C. urucurana* e *J. cuspidifolia* ocorreu com 168 horas (Figura 7). Contudo espécies da mesma família, Euphorbiaceae, concluíram a F3 em tempos mais curtos, 48, 60 e 116 horas em sementes de *J. curcas* L. (EVENCIO et al. 2011; LOUREIRO et al., 2013; SMIDERLE et al. 2013) e até 100 horas para *R. communis* L. (ZUCHI et al., 2012), que apresentavam diferenças quanto ao ciclo de maturação e porte das sementes e para sementes de *J. brasiliiana* (Lam.) a germinação ocorreu após 96 horas (LIMA et al., 2018). Esse prolongamento entre a F2 até a emissão da raiz primária, pode ser essencial para determinar a qualidade das sementes, o maior tempo para embebição, possivelmente, relaciona-se ao tempo de reparo de danos das sementes durante essa fase da germinação (MARCOS-FILHO, 2015).

Figura 7. Curvas de embebição aplicada em modelo de regressão polinomial representando o aumento porcentual do teor de água de sementes de *Croton urucurana* Baill. e *Jacaranda cuspidifolia* Mart, com protrusão de raiz primária após 168 horas. Sorocaba, fevereiro, 2022.



Apesar de ter ocorrido a embebição, as espécies *C. urucurana*, *G. integrifolia*, *J. cuspidifolia* e *S. terebinthifolia* tiveram germinação considerada média a baixa ($50\% < G < 10\%$) (ALMEIDA, 2021) e *Handroanthus heptaphyllus* apresentou inviabilidade ($G < 4\%$). A

espécie é considerada como de curta viabilidade natural, com redução na germinação após quatro meses armazenadas em câmara fria, seca ou ambiente (MARTINS, 2013). Dessa forma, possivelmente a baixa germinação de *Handroanthus heptaphyllus* pode ter sido influenciada pela baixa viabilidade (CARVALHO, NAKAGAWA, 2012), considerando que foram coletadas em 2020. Apesar de apresentarem baixa germinação, *G. integrifolia* (G = 48%) e *S. terebinthifolia* (G = 30%) apresentaram as maiores velocidades de germinação quando comparadas a *J. cuspidifolia* (G = 36%) (Tabela 9) com germinação na faixa intermediária à ambas. Isso reforça a importância do IVG como indicador de vigor das sementes (SANTANA; RANAL, 2004), complementando o resultado do percentual de germinação.

Tabela 9. Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de espécies florestais, considerando o critério de protrusão de raiz primária.

Espécie	Absorção de água (horas)	%G	IVG
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell) Mattos	120	3	4,0
<i>Croton urucurana</i> Baill.	168	10	4,0
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	96	30	16,6
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart	168	36	7,9
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	96	48	24,9

4.4 Respostas aos períodos de osmocondicionamento

4.4.1 Etapa 1 - Pré-teste- Condicionamento osmótico sem período de secagem

Ao analisar todos os tratamentos osmóticos por períodos de embebição (Tabela 10), o tratamento controle (T0) de *G. integrifolia*, apresentou maior média de germinação (60,6±6,3%) tendo diferido dos demais tempos de embebição apenas no período de 12 horas (F=3,491; p=0,0332). Houve diferença significativa da germinação (F= 4,078; p=0,00429) nos potenciais osmóticos de -0,9 e -1,5 MPa com relação ao tratamento controle, indicando redução da porcentagem de germinação.

A embebição apenas em água, favoreceu a germinação dessa espécie, comprovado pelo IVG obtido por meio do tratamento controle, sendo mais expressivos nos períodos de 12 e 96h ($6,23 \pm 0,15$ e $2,09 \pm 0,31$) respectivamente. Os períodos de 48 e 96 horas, por meio dos potenciais osmótico de 0, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa, apresentaram rápida germinação, 8 dias, como observado pelo tempo de germinação (TMG) (Tabela 10).

Tabela 10. Valores de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), seguidos do desvio-padrão, de sementes de *Gallesia integrifolia*, sob condicionamento osmótico, utilizando PEG 6000, sem período de secagem. Valores seguidos com letras minúsculas em cada linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, para cada período de embebição. Médias seguidas de letras maiúsculas em cada coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade para cada potencial osmótico.

Tempo embebição (horas)	Potencial Osmótico (MPa)				
	0	-0,6	-0,9	-1,2	-1,5
G (%)					
12	66 \pm 2,65a	56 \pm 1,41ab	48 \pm 3,74ab	47 \pm 1,71ab	42 \pm 2,38b
24	54 \pm 0,58a	54 \pm 1,00a	49 \pm 1,89a	57 \pm 2,22a	48 \pm 2,16a
48	60 \pm 3,16a	49 \pm 3,30a	60 \pm 2,71a	58 \pm 1,29a	55 \pm 2,22a
72	55 \pm 3,30a	44 \pm 5,48a	36 \pm 2,94a	37 \pm 2,63a	23 \pm 2,06a
96	68 \pm 0,82a	57 \pm 0,50a	54 \pm 2,65a	53 \pm 2,50a	59 \pm 2,99a
Média	60,6 \pm 6,31A	52,0 \pm 5,43AB	49,4 \pm 8,88B	50,4 \pm 8,65AB	45,4 \pm 14,12B
IVG					
12	6,23 \pm 0,39	1,41 \pm 0,31	1,14 \pm 0,31	1,19 \pm 0,26	1,05 \pm 0,30
24	1,65 \pm 0,19	1,62 \pm 0,20	1,51 \pm 0,21	1,67 \pm 0,23	1,40 \pm 0,24
48	1,85 \pm 0,31	1,50 \pm 0,34	1,76 \pm 0,34	1,71 \pm 0,34	1,60 \pm 0,34
72	1,50 \pm 0,45	1,23 \pm 0,45	1,09 \pm 0,39	1,10 \pm 0,39	0,67 \pm 0,39
96	2,09 \pm 0,31	1,77 \pm 0,31	1,67 \pm 0,32	1,65 \pm 0,32	1,83 \pm 0,32
TMG					
12	9,25 \pm 0,50	10,50 \pm 1,00	11,25 \pm 1,50	10,75 \pm 0,50	10,75 \pm 0,96
24	8,25 \pm 0,50	8,50 \pm 1,00	8,00 \pm 0,00	8,75 \pm 0,50	8,75 \pm 0,96
48	8,00 \pm 0,00	8,00 \pm 0,00	8,50 \pm 0,58	8,50 \pm 0,58	8,50 \pm 0,58
72	9,50 \pm 1,29	9,00 \pm 0,82	8,25 \pm 0,50	8,50 \pm 1,00	8,75 \pm 1,50
96	8,25 \pm 0,50	8,00 \pm 0,00	8,00 \pm 0,00	8,00 \pm 0,00	8,25 \pm 0,50

Para os períodos de embebição das sementes de *J. cuspidifolia* não houve diferença significativa na germinação entre os potenciais osmóticos ($F= 2,172$; $p=0,07798$) e os períodos de embebição ($p > 0,05$). Constatou-se uma tendência de obter-se valores de germinação e IVG maiores do que os obtidos na testemunha (0 MPa) apenas com sementes embebidas com água (Tabela 11) e redução no TMG. Isso pode indicar que a espécie poderia suportar além de -1,5 MPa.

Tabela 11. Valores de porcentual de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), seguidos do desvio-padrão, de sementes de *Jacaranda cuspidifolia*, sob condicionamento osmótico, utilizando PEG 6000, sem período de secagem. Valores seguidos com letra minúscula em cada linha e coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Tempo Embebição (horas)	Potencial Osmótico (MPa)				
	0	-0,6	-0,9	-1,2	-1,5
G (%)					
12	20±2,45a	23±2,75a	29±4,11a	31±4,50a	30±4,65a
24	25±5,56a	32±2,45a	39±2,36a	42±1,00a	46±2,38a
48	37±2,22a	36±2,45a	46±0,58a	42±4,51a	44±1,41a
72	29±5,25a	39±1,89a	33±2,22a	41±2,50a	28±2,71a
96	35±2,63a	47±3,69a	36±2,00a	44±2,31a	52±4,69a
Média	29,2±7,01a	35,4±8,85a	36,6±6,43a	40,0±5,15a	40,0±10,49a
IVG					
12	0,24±0,21	0,31±0,21	0,45±0,22	0,40±0,21	0,35±0,19
24	0,35±0,23	0,51±0,19	0,61±0,18	0,60±0,18	0,65±0,18
48	0,56±0,15	0,50±0,15	0,65±0,12	0,60±0,12	0,60±0,09
72	0,41±0,24	0,59±0,22	0,47±0,21	0,69±0,21	0,41±0,22±
96	0,55±0,28	0,81±0,28	0,70±0,27	0,79±0,26	0,95±0,26
TMG					
12	22,50±1,73	19,75±0,50	19,25±5,25	20,50±1,29	25,00±4,24
24	20,50±2,38	17,00±2,94	18,25±1,50	18,50±1,73	19,50±1,29
48	17,50±2,08	19,50±1,73	19,25±0,96	18,50±2,52	19,25±1,26
72	19,75±3,77	19,00±3,37	19,75±2,36	17,25±2,63	19,75±3,30
96	18,25±2,75	17,50±1,29	15,50±3,42	16,25±1,89	16,00±2,16

Quando se considerou o total de germinação de todos os potenciais, o período de 96h de embebição para *G. integrifolia* e *J. cuspidifolia* apresentou tendência de maior %G para ambas (Tabela 12).

Tabela 12. Porcentagem total de germinação para as sementes de *Gallesia integrifolia* e *Jacaranda cuspidifolia*, considerando todos os períodos de embebição (horas) e potenciais osmóticos (0,0; -0,6; -0,9; -1,2; -1,5 MPa) utilizados no condicionamento com PEG 6000.

Embebição (horas)	%G total	
	<i>G. integrifolia</i>	<i>J. cuspidifolia</i>
12	51,8	26,6
24	52,4	36,8
48	56,4	41,0
72	39,0	34,0
96	58,2	42,8

Em relação à formação de plântulas normais ao final dos testes, *J. cuspidifolia* apresentou maior representatividade em relação à *G. integrifolia*, (Figura 8a). Para *G. integrifolia*, as plântulas foram classificadas como anormais, devido a não formação de raízes primárias e folhas com aspecto de queimadas (Figura 8b). Percebeu-se que, em média, após 20 dias de instalação, em todos os períodos de embebição e tratamentos, as sementes de *G. integrifolia* começaram a deteriorar-se, em que se constatou a deterioração das raízes primárias e constatando-se a presença de microrganismos (Figura 8c). Com base na observação realizada durante os pré-testes, o aumento da umidade no recipiente que envolvia o rolo de papel devido à espessura do plástico e pode ter restringido as trocas gasosas necessárias para a germinação e desenvolvimento das sementes dessa espécie (ISTA, 2004; BRASIL 2009).

Figura 8. Plântulas resultantes de sementes osmocondicionadas: (a) plântulas normais de *Jacaranda cuspidifolia*, (b) plântulas anormais de *Galleisia integrifolia* e (c) presença de microrganismos (fungos ou bactérias) e deterioração das radículas de sementes de *Galleisia integrifolia*, a partir do vigésimo dia de instalação. Sorocaba, agosto, 2022.



4.4.2 Etapa 2 - Condicionamento osmótico com período de secagem.

O período médio de secagem pós-condicionamento foi de, aproximadamente, 37 minutos para sementes de *S. terebinthifolia*, 56 minutos para *J. cuspidifolia* e 74 minutos para *G. integrifolia*, atingindo o teor inicial. Constatou-se a emissão de raiz primária em todos os tratamentos testados, nas três espécies. Dessa forma é possível considerar que a embebição na solução de PEG 6000 sob os potenciais osmóticos e períodos estipulados, seguida do período de secagem mostraram-se eficazes no início do processo germinativo. Contudo sementes de *G. integrifolia*, *J. cuspidifolia* e *S. terebinthifolia* condicionadas com $-0,5\text{MPa}$, não obtiveram germinação em laboratório, mas foi possível observar 10% de germinabilidade em campo nas sementes de *J. cuspidifolia* (ALMEIDA, 2021).

Gallesia integrifolia

O período de 24 horas de embebição foi promissor atingindo máxima germinação (G = 59%) no potencial osmótico de -0,6 MPa (Figura 9). Pode ser observado pela ANOVA que houve interação entre os fatores, potenciais osmóticos (Osmo) e período de embebição (Tempo), quando analisados em função do percentual de germinação (Tabela 13), principalmente pelas médias de %G encontradas nos potenciais osmóticos de 0 MPa (120h), -0,6 MPa (24h) e -1,5 MPa (96h) que apresentaram diferença significativa a 5% pelo teste de Tukey (Tabela 14).

Figura 9. Porcentagem de germinação de sementes de *Gallesia integrifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.

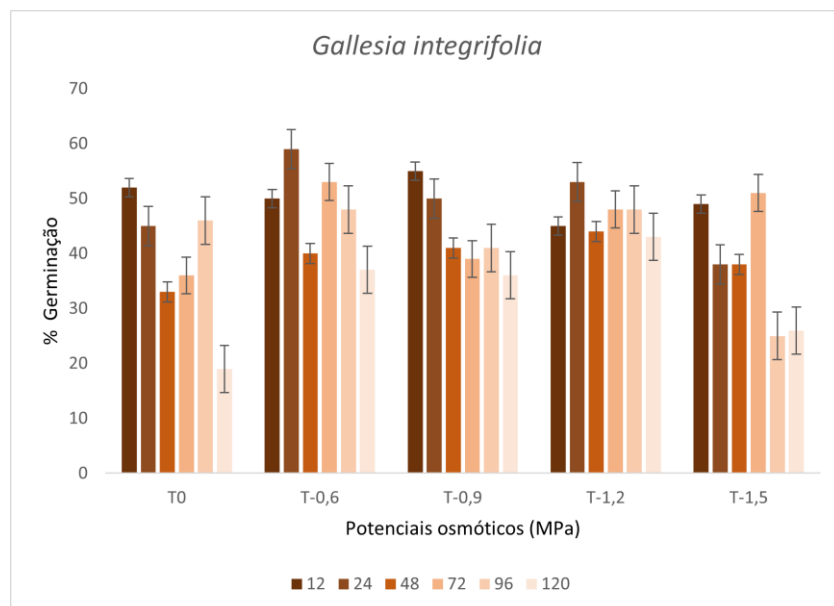


Tabela 13. Resultado da análise de variância (Anova) para sementes de *Gallesia integrifolia*, com interação de tempo de embebição e potenciais osmóticos na porcentagem de germinação, (GL) graus de liberdade e significância de 5% (*).

Fonte de variação	GL	valor F	valor p
Tempo			
12	4	0.5974	0.6655
24	4	2.7689	0.032 *
48	4	0.7282	0.575
72	4	2.4549	0.0514
96	4	4.1119	0.0042 *
120	4	3.9985	0.005 *
P.O.			
0	5	6.0828	1e-04 *
-0,6	5	2.9201	0.0173 *
-0,9	5	2.2965	0.0517
-1,2	5	0.5828	0.713
-1,5	5	5.2573	3e-04 *

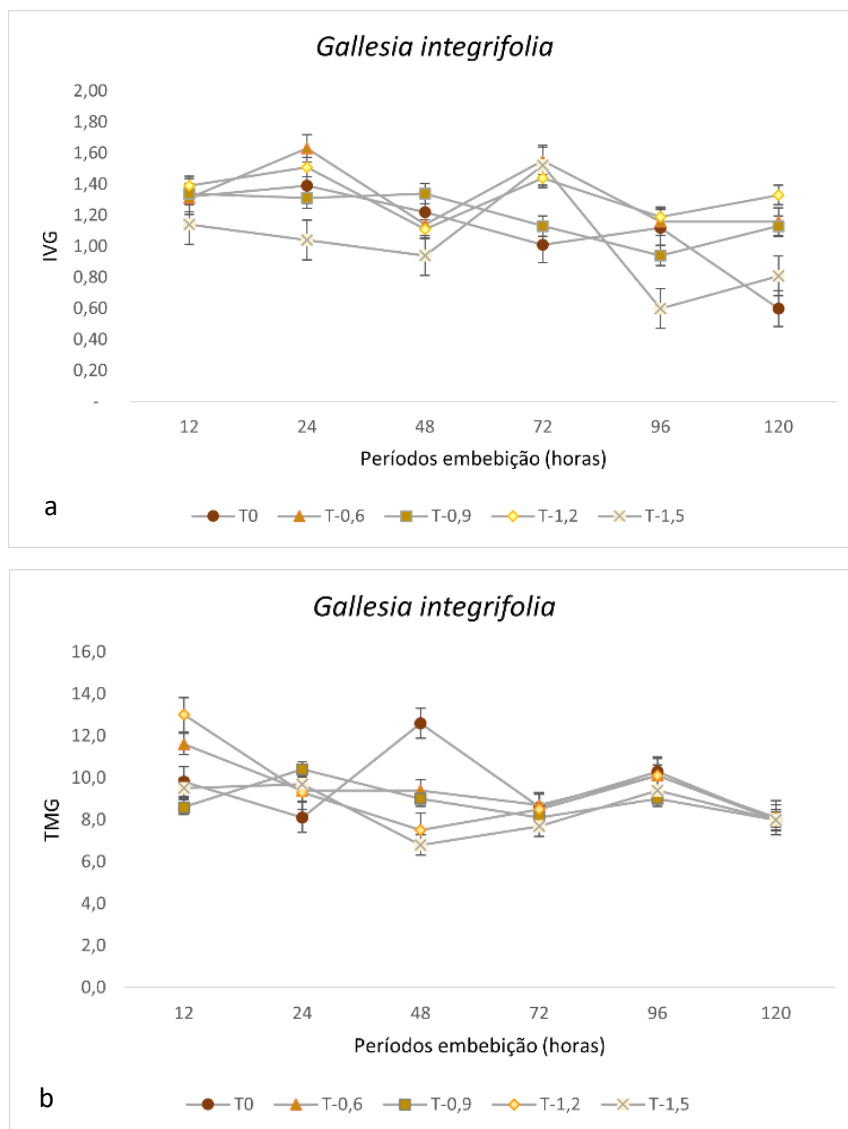
Tabela 14. Valores médios das repetições/períodos (embebição) das porcentagens de germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* submetidas ao condicionamento osmótico com PEG 6000, mostrando interação entre o tempo de embebição (12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas) e potenciais osmóticos (0, -0,6, -0,9, -1,2, -1,5 MPa). Valores seguidos de letras minúsculas na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

	12	24	48	72	96	120
P0	13.00ab	11.25ab	8.25ab	9.00ab	11.50a	4.75B
P-0,6	12.50ab	14.75A	10.00ab	13.25ab	12.00a	9.25ab
P-0,9	13.75ab	12.50ab	10.25ab	9.75ab	10,25ab	9.00ab
P-1,2	11.25ab	13.25ab	11.00ab	12.00ab	12.00ab	10.75a
P-1,5	12.25ab	9.50b	9.5ab	12.75ab	6.25B	6.25ab

O potencial osmótico de -1,5 MPa sob 48 horas de embebição, obteve germinação em 6,8 dias, como pode-se observar pelo tempo médio de germinação (TMG) (Figura 10a), porém não houve diferença significativa de germinação na interação entre eles (Tabela 14). Contudo o potencial de -0,6 MPa, com embebição de 24 horas, mostrou IVG de 1,63 (Figura 10b),

definindo o maior vigor das sementes neste tratamento e período de embebição. Nota-se que ao prolongar o período de embebição o tempo de germinação de todos os tratamentos estabilizam em 8 dias e ocorre decréscimo do IVG, estimando queda no vigor das sementes a partir de 120 horas de embebição. Contudo, em análises realizadas por Almeida (2021) em lote similar, da mesma espécie, verificou-se baixo vigor de sementes de *Gallesia integrifolia* por meio dos índices encontrados IVG de 1,286 e TMG 15,9.

Figura 10. Tempo médio de germinação (TMG) (a) e Índice de Velocidade média (IVG) (b) para sementes de *Gallesia integrifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.



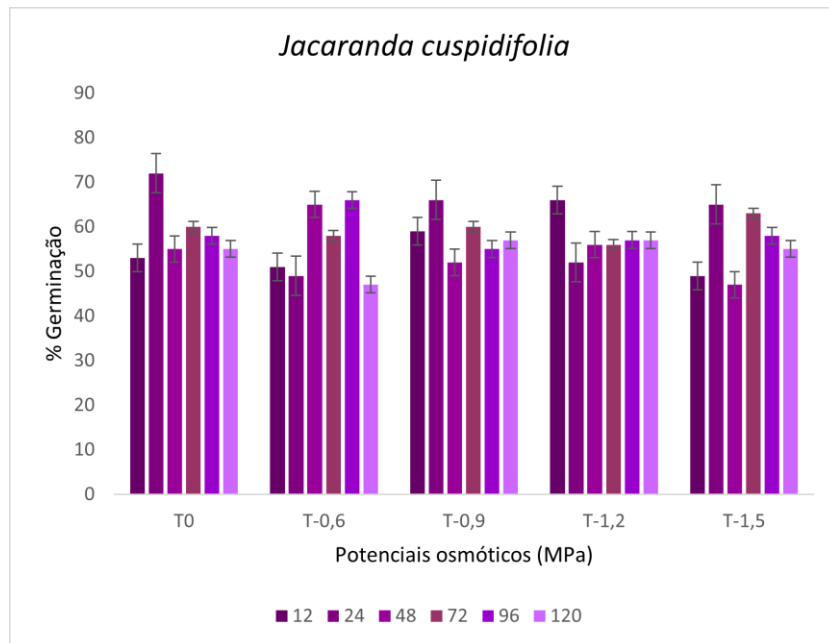
Jacaranda cuspidifolia

A espécie também apresentou efeito do tempo de embebição e o potencial osmótico (Tabela 15) em função da porcentagem de germinação, sendo significativa a interação pelo período de 24 horas que atingiu 72% de germinação no tratamento (T0) (Figura 11) seguindo de 66% nos potenciais de -0,6 MPa (96h) e -1,2 MPa (12h). Isso indica que além do hidrocondicionamento, o osmocondicionamento para a espécie pode ser recomendado com potencial de -0,6 e -0,9 MPa.

Tabela 15. Análise de variância (Anova) para sementes de *Jacaranda cuspidifolia* com interação do tempo de embebição (horas) e potenciais osmóticos (MPa) na porcentagem de germinação, (GL) graus de liberdade e significância de 5% (*).

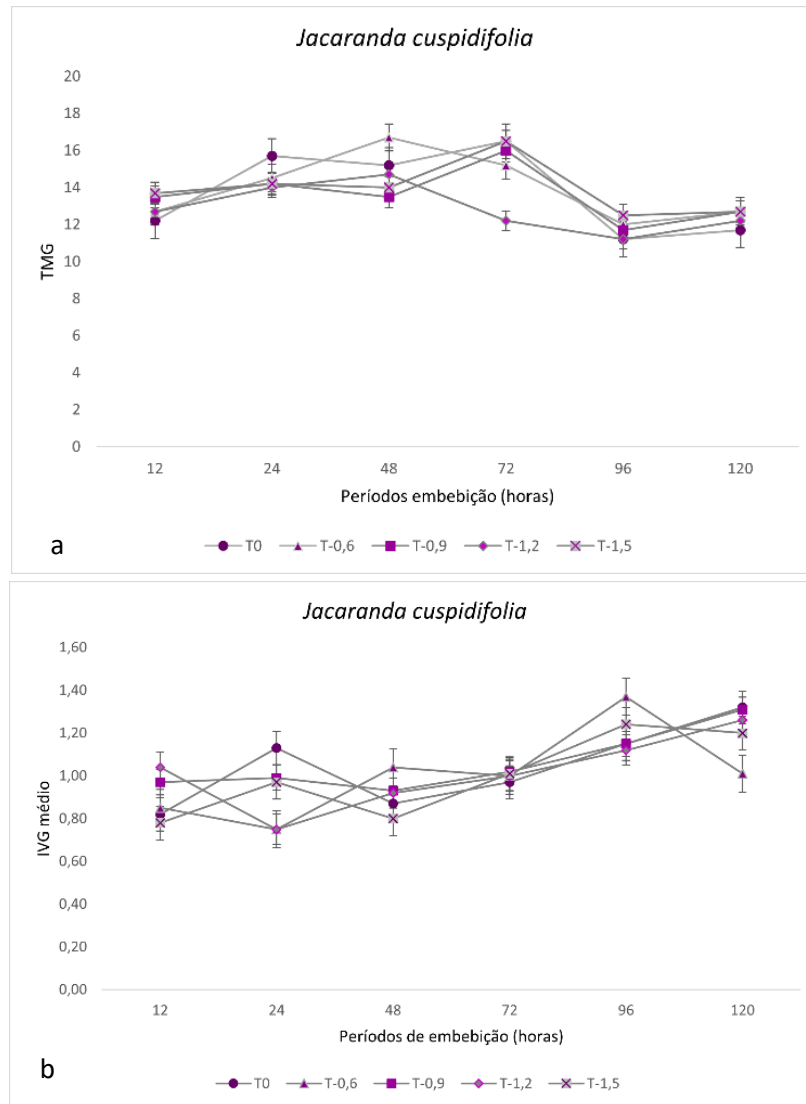
Fonte de variação	GL	valor F	valor p
Tempo	5	1.5214	0.191
12	4	1.9816	0.104
24	4	0.713	0.5851 *
48	4	4.0088	0.0049
72	4	1.8033	0.1351
96	4	0.2819	0.889
120	4	0.7338	0.5713
P.O.			
0	5	1.9802	0.0891
-0,6	5	2.819	0.0207 *
-0,9	5	0.9521	0.4516
-1,2	5	0.8899	0.4914
-1,5	5	2.1958	0.0616

Figura 11. Porcentagem de germinação de sementes de *Jacaranda cuspidifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.



Pelo tratamento controle (T0) e potencial osmótico -1,2 MPa, o TMG foi definido em 11,2 dias (Figura 12a) e observou-se IVG de 1,37 no potencial -0,6 MPa, ambos no período de 96 horas de embebição (Figura 12b), percebeu-se estabilidade no TMG, contudo houve aumento do IVG com relação aos primeiros períodos de embebição, mostrando bom vigor das sementes após o período total de condicionamento. Para essa espécie em análises com lote similar, foi constatado velocidade lenta (1,00) e maior tempo de germinação (19,9) (ALMEIDA, 2021).

Figura 12. Tempo médio de germinação (TMG) (a) e Índice de Velocidade média (IVG) (b) para sementes de *Jacaranda cuspidifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.



Schinus terebinthifolia

Para *Schinus terebinthifolia*, não houve interação entre o potencial osmótico e o tempo de embebição, constatando-se apenas o efeito isolado do período de embebição (Tabela 16). O período de 24 horas foi o mais promissor, apresentando maior expressividade por meio do potencial osmótico de -0,9 MPa que atingiu 78% de germinação (Figura 13), contudo não diferiu significativamente da germinação obtida para os demais potenciais osmóticos (Tabela 16).

Figura 13. Porcentagem de germinação, para sementes de *Schinus terebinthifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.

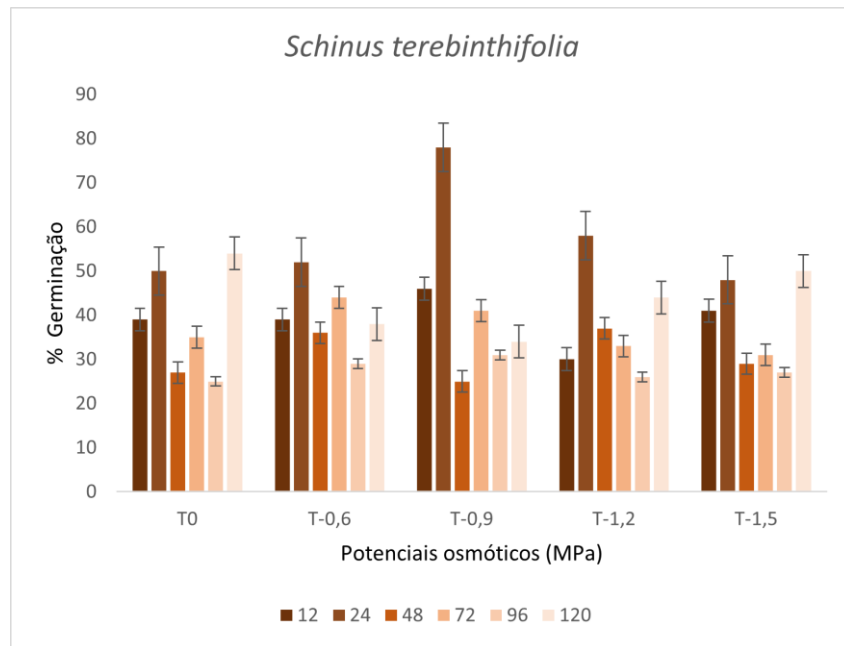
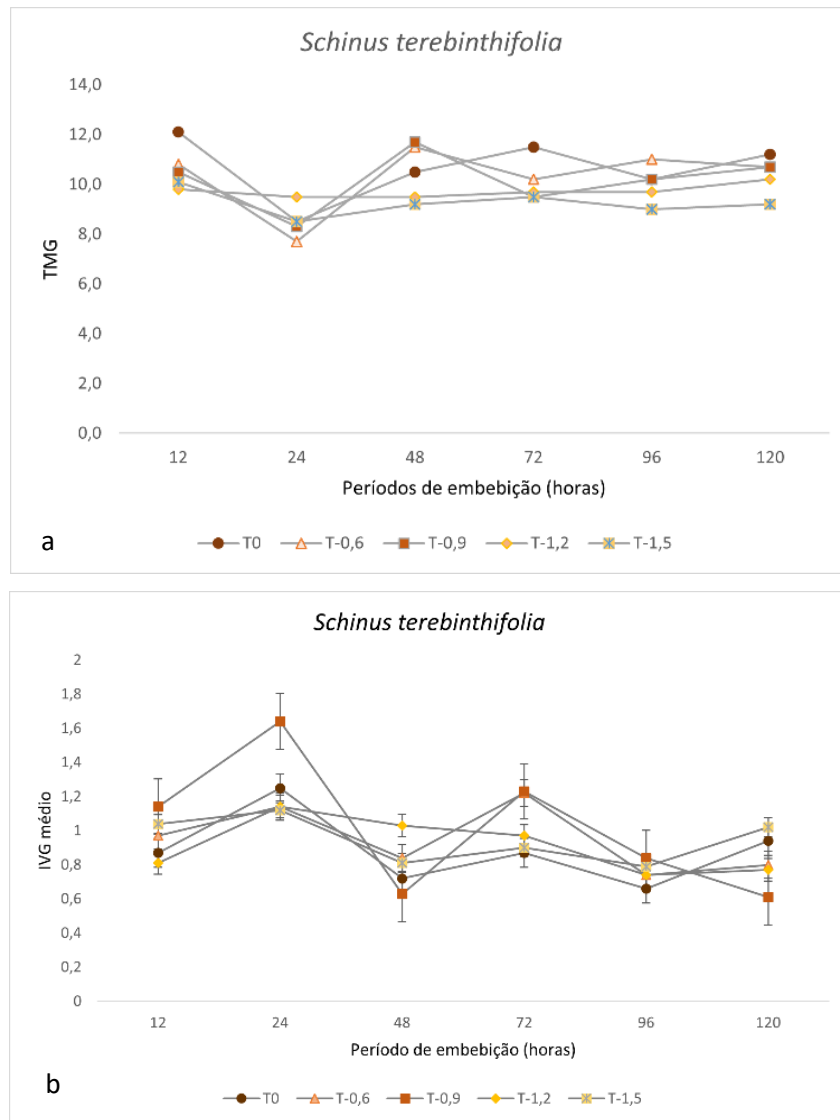


Tabela 16. Análise de variância (Anova) para *Schinus terebinthifolia*, com representação da interação do tempo de embebição, graus de liberdade (GL) e significância de 5% (*).

Fonte de variação	GL	valor F	valor p
Osmo	4	0.7242	0.57764
Tempo	5	6.2159	0.00005 *
Osmo x Tempo	20	1.2670	0.22239

A germinação ocorreu em 7,7 dias, definida pelo potencial osmótico de -0,6 MPa, como observa-se pelo TMG (Figura 14a) e o potencial osmótico de -0,9 MPa proporcionou IVG de 1,64 (Figura 14b), ambos no período de 24 horas de embebição, nota-se que para todos os potenciais osmóticos TMG e o IVG, ao término de 120 horas, mantem-se com pouca diferença, entre 9,2 e 11,2 dias e 0,61 a 1,02, respectivamente. Contudo, foi observado, para sementes dessa espécie, maior tempo para a germinação (18,0) dias e velocidade de 0,029 (ALMEIDA, 2021).

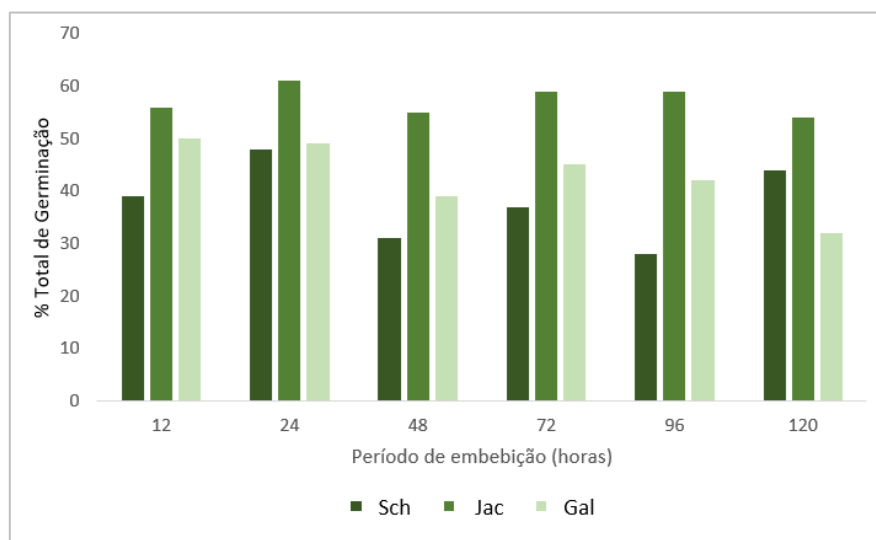
Figura 14. Tempo médio de germinação (TMG) (a) e Índice de Velocidade média (IVG) (b) para sementes de *Schinus terebinthifolia*, submetidas a condicionamento osmótico com PEG 6000 com diferentes potenciais osmóticos seguido de período de secagem.



Os valores do índice de velocidade de germinação, encontrados nos potenciais de -0,6 e -0,9 MPa, das sementes condicionadas, de todas as espécies, atingiram elevadas porcentagens de germinação, mostrando que a velocidade de germinação pode influenciar na porcentagem de germinação. Sementes de *Peltophorum dubium* (canafístula) da safra de 2015, condicionadas com PEG 6000 sob potencial de -0,6 MPa, atingiram IVG de 12,6 e 100% de germinação, corroborando que o condicionamento pode contribuir para melhorar o vigor das sementes (MISSIO et al., 2018).

Ao considerar o total de germinação de todos os tratamentos (P.O.) e períodos de embebição, as espécies *J. cuspidifolia* e *S. terebinthifolia*, apresentaram no período de 24 horas de embebição maior %G, com 61% e 48%, respectivamente, em *G. integrifolia* observou-se maior porcentual, no período de 12 horas de embebição (50%) (Figura 15).

Figura 15. Porcentagens totais de germinação, para sementes de *Gallesia integrifolia* (Gal), *Jacaranda cuspidifolia* (Jac) e *Schinus terebinthifolia* (Sch), submetidas aos potenciais osmóticos (0, -0,6, -0,9, -1,2, -1,5 MPa) pelos períodos de embebição (12, 24, 48, 72, 96 e 120h).



Contudo pouco se encontrou na literatura para se correlacionar com as espécies desse estudo, que compreendem a utilização de PEG 6000, assim tal análise se faz por meio de espécies que compartilham características semelhantes como, o grupo sucessional ou a fitofisionomia.

Não foi observado germinação em sementes de *Tabebuia roseoalba* (Bignoniaceae), condicionadas ao PEG 6000 com potencial de -0,8 MPa (SILVA et al., 2020). Em sementes de *Anadenanthera peregrina* (angico vermelho) mantidas em potencial de -0,4 MPa, obteve-se germinação de 90% e decréscimo da germinação com potenciais a partir de -0,6 MPa (PINHO et al., 2010). Contudo em sementes de *Platymiscium pubescens* (tamboril da mata) embebidas em potenciais de -0,4 e -0,6 MPa, pode-se observar 60% de germinação somente em -0,4 MPa, após transferidas em água, o que permitiu alcançar o teor de umidade ideal para ocorrer o processo germinativo (BORGES et al., 2002).

Sementes de *Peltophorum dubium* (canafístula) condicionadas por 24 horas sob potencial de -0,6 MPa, obtiveram 86% de germinação (MISSIO et al., 2018). Sob potencial osmótico de -0,8 MPa pelo período de 10h, sementes de *Apuleia leiocarpa* (garapa) recém testadas obtiveram 62% de germinação e sementes armazenadas por 30 dias, 86% de germinação, evidenciando que o condicionamento influenciou positivamente a manutenção da viabilidade e vigor das sementes (SPADETO et al., 2018).

Pode-se inferir que os potenciais osmóticos empregados nesse estudo, supriram os resultados da literatura, uma vez que se obteve porcentagens de germinação em potenciais mais negativos como -0,9, -1,2 e -1,5 MPa, evidenciando que o condicionamento por meio desses potenciais osmóticos, para as espécies de *G. integrifolia*, *J. cuspidifolia* e *Schinus terebinthifolia*, contribuíram potencializando a germinação e vigor das sementes, que pode-se comprovar pelos índices de velocidade e tempo médio de germinação.

O período de secagem pós-condicionamento não configurou danos fisiológicos nas sementes, podendo submetê-las ao armazenamento. Resultados similares têm sido obtidos para diversas espécies, em especial uma das mais estudadas, a soja, sementes de *Glycine max* (L) Merrill) submetidas à hidratação por 24h e condicionadas com PEG 6000, não obtiveram diferença nas porcentagens de germinação após secagem (MARCOS-FILHO, 2015).

Na presente pesquisa, sementes embebidas somente em água (T0), atingiram percentuais acima de 50%, sendo 52% para *G. integrifolia* (24h), 72% *J. cuspidifolia* (24h) e 54% para *S. terebinthifolia* (120h) (Figura 11, 13 e 15). Em sementes de *Guazuma ulmifolia* (mutambo) embebidas em água por 16 horas, obtiveram germinação de 73% (Brançalion et al., 2010). Dessa forma, é possível comprovar que técnicas de hidrocondicionamento também favoreceram o desempenho da germinação das espécies estudadas.

Embora as espécies estudadas tenham grande importância na recomposição de áreas para a restauração florestal, percebeu-se o déficit de trabalhos na literatura para responder questões como o período de embebição e protocolos de osmocondicionamento com utilização do Polietilenoglicol PEG 6000. Contextos como este são relevantes para entender a fisiologia de germinação de sementes florestais, bem como presumir períodos de embebição adequados para a utilização de insumos condicionantes, a fim de viabilizar sementes pouco viáveis, o que potencializaria a germinação e emergência dessas espécies.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos na Revisão Sistemática de Literatura não foram satisfatórios com relação às espécies selecionadas da pesquisa, pois não supriram questões como tempo de embebição e metodologias com o Polietilenoglicol 6000, contudo trabalhos envolvendo espécies com a mesma família botânica, puderam nortear o estudo atual.

Foi possível determinar e observar o padrão trifásico de germinação por meio da curva de embebição das sementes em todas as espécies, exceto em *Croton urucurana*, que obteve embebição irregular nas primeiras 24 horas, as demais espécies *Gallesia integrifolia* e *Schinus terebinthifolia*, tiveram protrusão de raiz primária em 96 horas, *Handroanthus heptaphyllus* em 120 horas, e *Croton urucurana* e *Jacaranda cuspidifolia* em 168 horas.

A adoção do pré-tratamento com o Polietilenoglicol 6000 sem o período secagem, em sementes de *Gallesia integrifolia* favoreceu a germinação principalmente sob o tratamento controle por meio de 12 e 96 horas de embebição, atingindo 66 e 68% de germinação, contudo o condicionamento com -0,9 MPa no período de 48 horas mostrou-se promissor, promovendo 60% de germinação. Para sementes de *Jacaranda cuspidifolia* não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém o potencial osmótico -1,5MPa em 96 horas de embebição proporcionou 52% de germinação e IVG de 0,95.

O condicionamento com o Polietilenoglicol 6000 seguido do período de secagem mostrou-se eficaz principalmente no período de 24 horas de embebição, promovendo 78% de germinação para *Schinus terebinthifolia* por meio do potencial osmótico de -0,9 MPa e IVG de 1,64, germinação de 59% para sementes de *Gallesia integrifolia* em potencial osmótico de -0,6 MPa e IVG de 1,63, contudo sementes embebidas sob potencial de -1,5 MPa por 48 horas obtiveram germinação em 6,8 dias, e para sementes de *Jacaranda cuspidifolia* promoveu 72% no tratamento controle, contudo os potenciais de -1,2 MPa por 12 horas e o de -0,6 MPa em 96 horas obtiveram 66% de germinação e este último tratamento proporcionou 1,37 de IVG.

Pode inferir-se, que os potenciais osmóticos testados se mostraram promissores para essas espécies, favorecendo o aumento e a velocidade de germinação. A secagem em estufa de circulação de ar forçado, após o condicionamento das sementes, pode ser recomendada para as espécies do estudo, pois com os períodos testados, não houve comprometimento da integridade fisiológica das sementes e observou-se aumento na porcentagem de germinação.

6. CONCLUSÃO

A Revisão Sistemática de Literatura não respondeu questões como tempo de embebição e metodologias com o Polietilenoglicol 6000, para espécies da pesquisa atual.

Apenas a espécie *Croton urucurana* não exibiu o padrão trifásico de germinação por meio da curva de embebição.

Sementes de *Gallesia integrifolia* condicionadas com Polietilenoglicol 6000 sem o período secagem sob o potencial osmótico de -0,9 MPa no período de 48 horas obteve 60% de germinação e no de -1,5 MPa (96 horas) para sementes de *Jacaranda cuspidifolia* proporcionou 52%.

Pelo condicionamento com o Polietilenoglicol 6000 seguido do período de secagem obteve-se 78% de germinação para *Schinus terebinthifolia* por meio do potencial osmótico de -0,9 MPa, 59% para sementes de *Gallesia integrifolia* em potencial osmótico de -0,6 MPa, ambas no período de 24 horas de embebição e sementes de *Jacaranda cuspidifolia* 66% de germinação pelos potenciais de -1,2 MPa (12 horas) e de -0,6 MPa (96 horas).

7. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Keline S.; GUIMARÃES, Renato M.; ALMEIDA, Isis F.; CLEMENTE, Aline DA C. S. Alterações Fisiológicas e Bioquímicas durante a Embebição de Sementes de Sucupira-Preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 012-019, 2009.

ALBUQUERQUE, Natália C. B.; MORAES, Carlos E.; SOUZA, Marina R.; BARROS, Renata L. C.; ALVES, Kamila A.; PIERUZZI, Fernanda P. **Sementes florestais da Mata Atlântica: um guia para o manejo de espécies da Hileia Baiana, BA: Programa Arboretum de Conservação e Restauração da Diversidade Florestal**, 2022. Disponível em: <https://www.programaarboretum.eco.br/uploads/outros/publicacoes/3/141cead70aa664f9335baf6fb9ea5d2a.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

ALMEIDA, Lausanne S. **Insumos Tecnológicos em Sementes Florestais para Uso em Restauração via Semeadura Direta**. 2021, 107 p. Tese (Doutorado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

ARAKI, Denis F. **Avaliação da Semeadura a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. 2005, 150 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de

Agroecossistemas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ-USP, Piracicaba, 2005.

ATAÍDE, Glauciana da M.; BORGES, Eduardo E. L.; GONÇALVES, José F. C.; GUIMARÃES, Valéria M.; FLORES, Andressa V. Alterações Fisiológicas durante a Hidratação de Sementes de *Dalbergia nigra* ((Vell.) Fr. All. ex Benth.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 615-625, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/22761/pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

ATAÍDE, Glauciana M.; BORGES, Eduardo E. L.; FLORES, Andressa V. CASTRO, Renato V. O. Avaliação preliminar da embebição de sementes de Jacarandá-da-bahia. **Brazilian Journal of Forestry Research**, v. 34, n. 78, p. 133-139, 2014.

AZERÊDO, Gilvaneide A.; PAULA, Rinaldo C.; VALERI, Sérgio V. Germinação de Sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 193-202, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/21112/pdf>. Acesso em: 08 abr. 2022.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985, 367p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BORGES, E.E. de L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B. de; Piña-Rodrigues F.C.M.; Figliola, M.B. (Coord.). **Sementes Florestais Tropicais** ABRATES. Brasília, 1993, p. 83-135.

BORGES, Eduardo E. L.; BORGES, Rita C. G.; SOARES, Carlos P. B.; PEREZ, Sonia C. J. G. A. Crescimento e mobilização de carboidrato em embrião de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* Irwin et Barneby) durante a germinação. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 69-76, 2002. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/744/74408107.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2022.

BORGES, Eduardo E. L.; PEREZ, Sonia C. J. G. A.; BORGES, Rita de C. G.; REZENDE, Sebastião T.; GARCIA, Silvana R. Comportamento Fisiológico de Sementes Osmocondicionadas de *Platymiscium Pubescens* Micheli (Tamboril-Da-Mata). **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000500011>. Acesso em: 20 abr. 2022.

BORGES, Eduardo, E. de L. **Comportamento Bioquímico e Fisiológico de Sementes Florestais Nativas durante a Embebição**. 2003, 107 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

BRASIL. Decreto n° 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Regulamenta a Lei n° 10.711, sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10586.htm#art185. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.711.htm. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável e institui o Serviço Florestal Brasileiro. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm. Acesso em: 12 jun. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Institui na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro. Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm. Acesso em: 03 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. E-book. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 17 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instruções para análise de sementes de espécies florestais. Brasília, 2013. *E-book*. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/florestal_documento_pdf-ilovepdf-compressed.pdf. Acesso em: 17 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/politica-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL. Política Nacional de Recuperação de Vegetação Nativa. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/politica-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa>. Acesso em: 05 ago. 2022.

CALAZANS, Crislaine C. Sementes Florestais e seu Potencial Tecnológico: uma análise de metadados. **Cadernos de Prospecção**. v. 14, n. 3, p. 794-809, 2021. Disponível em: DOI: <http://dx.doi/10.9771/cp.v14i3.42765>. Acesso em: 05 ago. 2022.

CALDAS, Isliana G. R. **Armazenamento de sementes germinadas de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos e seu comportamento em viveiro**. 2013, 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013.

CARPANEZZI, Antônio A. Adaptação de uma máquina plantadeira manual para a semeadura direta de bractingas no campo. **Circular Técnica Embrapa**, Colombo, n. 268, p. 1-4, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884409/1/CT268.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

CARVALHO, Nelson M.; NAKAGAWA, João. Germinação de sementes. In: **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 129-134.

CARVALHO, Nelson M.; NAKAGAWA, João. Germinação de sementes. In: **Ciência, Tecnologia e Produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 128-163.

CARVALHO, Nelson M.; NAKAGAWA, João. Germinação de sementes. In: **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 128-166.

CARVALHO, Nelson M.; NAKAGAWA, João. Germinação de sementes. In: **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 224-237.

CARVALHO, Nelson M.; NAKAGAWA, João. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. p. 588.

CECCON, E.; GONZÁLES, E.J.; MARTORELL, C. Is direct seeding a biologically viable strategy for restoring forest ecosystems? **Land Degradation & Development**, v.27, p. 511-520, 2016. DOI: 10.1002/ldr.2421. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.2421>. Acesso em: 03 ago. 2022.

COSIMO, Luiz H. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Viçosa, 26 abr. 2021.

Disponível em: https://sif.org.br/2021/04/ods_restauracao_florestal/. Acesso em: 25 jul. 2022.

COSTA, Caroline J. In. **Armazenamento e conservação de sementes de espécies do Cerrado**: Embrapa Cerrados, p. 30, 2009. Disponível em: Armazenamento e Conservação de Sementes de Espécies do Cerrado (embrapa.br). Acesso em: 10 fev. 2023.

DAVIDE, Antonio C.; TONETTI, Olívia A. O.; SILVA, Edvaldo A. A. Improvement to the physical quality and imbibition pattern in seeds of candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less.). **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 321-326, jul./set. 2011.

DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, Monica C., TAKAHASHI, Renata F., BERTOLOZZI, Maria R. Revisão sistemática: noções gerais. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 45, n. 5, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0080-62342011000500033>. Acesso em: 02 jan. 2023.

EMBRAPA (BRASIL). Estratégias de Recuperação. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/estrategias-e-tecnicas-de-recuperacao>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

EMBRAPA. Espécies Arbóreas Brasileiras. In: *Croton urucurana* Baill. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355054/26025431/SITE+ARVORES_FICHA_21_Croton+urucurana.pdf/9e8719de-3ab1-658e-5a3c-39fa68f007fb. Acesso em: 25 jan. 2023.

EMBRAPA. Espécies Arbóreas Brasileiras. In: *Croton urucurana* Baill. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/especies-arboreas-brasileiras>. Acesso em 25 jan. 2023.

EVENCIO, Tatiane; JUNIOR, Delacyr da S. B.; NEVES, José M. G.; BRANDÃO, Antônio de A.; MAGALHÃES, Héliida M.; COSTA, Cândido A.; MARTINS, Ernane R. Curva de absorção de água em sementes de Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000200003>. Acesso em: 20 jul. 2022.

FANTI, Silmara C.; PEREZ, Sonia C. J. G. A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, abr. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000400013>. Acesso em: 10 abr. 2022.

FERREIRA, Eric B.; CAVALCANTI, Pórtya P.; NOGUEIRA, Denismar A. Expdes: um pacote R para anova e experimentos experimentais. **Applied Mathematics**, v. 5, n. 5, p2952-2958, 2014. Disponível em: DOI:10.4236/AM.2014.519280.

FILE:///C:/USERS/DE_FO/DOWNLOADS/FINALPRINT.PDF. Acesso em: 15 dez. 2022.

FERREIRA, Robério A.; *et al.* Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 37-46, Mar. 2009. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr81/cap04.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2022.

FERREIRA, Robério A; Santos Paula L. Direct sowing: an alternative to the restoration of ecosystems of tropical forests. **Tropical Forests**. IntechOpen, 2012. p. 335-337.

FIGLIOLIA, M.B. Teste de germinação. *In*: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. da (Orgs). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015, p. 325-343.

FRANCO, Elci T. H.; GUÍ FERREIRA, Alfredo. Tratamentos Pré -Germinativos em Sementes de *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Dcne. et Planch. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/SZNgxhM5r7h8XsWn7mpMgVk/>. Acesso em: 27 jan. 2023.

GALVÃO, Tais F.; PEREIRA, Mauricio G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia E Serviços De Saúde**, v. 23, n. 1, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>. Acesso em: 05 jan. 2023.

GOLDFARB, Míriam; QUEIROGA, Vicente de P. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnol. & Ciência Agropecuária**, v.7, n. 3, p.71-74, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/982507/1/sementes.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2023.

GUOLLO, Karina; OTALAKOSKI, Josiane; POSSENTI, JEAN C.; DEL QUIQUI, ERCI M. Padrão de absorção de água para sementes de espécies florestais. **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, n. 2, p. 72 – 80, 2018.

GUOLLO, Karina; POSSENTI, Jean C.; FELIPPI, Marciele; DEL QUIQUI, Erci M.; DEBASTIANI, Aline B.; TEDESCO, Jocemir L.; MENEGATTI, Renata D. Evaluation of the Physiological Quality of Forest Seed Species through the the Exudate. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 10, n. 6, p. 1-8, Mar 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Renata-Diane-Menegatti/publication/312455971_Evaluation_of_the_Physiological_Quality_of_Forest_Seed_Species_through_the_the_Exudate/links/587d6f8c08ae9275d4e752f5/Evaluation-of-the-Physiological-Quality-of-Forest-Seed-Species-through-the-the-Exudate.pdf. Acesso em: 05 mar. 2022.

ISERNHAGEN, Ingo. **Uso de semeadura direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil**. 2010, 105 p. Tese (Doutorado em Conservação de Ecossistemas Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ-USP, Piracicaba, 2010.

ISTA, International Rules for Seed Testing. *International Seed Testing Association*. Bassersdorf: ISTA, 2004. p.5.1-5.5;5A.1-5A.50.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G. A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1025-1034, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900002>. Acesso em: 03 ago. 2022.

LABOURIAU, L.G. A germinação das sementes. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 173p.

LIMA, Raul N.; NEVES, José A. S.; OLIVEIRA, Felipe de S.; SOUZA, Carolina J.; ALMEIDA, Eliane F. Biometria, teor de umidade e curva de embebição de frutos e sementes de *Jacaranda brasiliiana* (Lam.) Pers. **Agroforestalis News**, v. 3, n. 2, 2018.

LOPES, José C.; FREITAS, Allan R.; BELTRAME, Rômulo A.; VENANCIO, Luan P.; MANHONE, Pedro R.; SILVA, Fernanda R. N. Germinação e vigor de sementes de pau d'álho sob estresse salino. **Brazilian Journal of Forestry Research**, v. 35, n. 82, p. 169-177, abr./jun. 2015. Disponível em: doi: 10.4336/2015.pfb.35.82.631. Acesso em: 05 mar. 2022.

LOPES, José C.; MATHEUS, Miele T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. - faveiro-de-wilson (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000100013>. Acesso em: 01 fev. 2023.

LORENZI, Harri. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 5ed. Plantarum: Nova Odessa, 2008. p-27-62-69-114-316.

LOUREIRO, Marta B.; TELES, Clarissa A. S.; COLARES, Cláudio C. A.; ARAÚJO, Bárbara R. N.; FERNANDEZ, Luzimar G.; CASTRO, Renato D. Caracterização morfoanatômica e fisiológica de Sementes e Plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1093-1101, 2013.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq: Piracicaba, 2005. 495p.

MARCOS-FILHO, Julio. Condicionamento fisiológico de sementes. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq: Piracicaba, 2005. p. 396-402.

MARCOS-FILHO, Julio. Condicionamento Fisiológico de Sementes. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq: Piracicaba, 2015. p. 495-516.

MARCOS-FILHO, Julio. Germinação. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq: Piracicaba, 2005. p. 202-213.

MARCOS-FILHO, Julio. Germinação. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq: Piracicaba, 2015. p. 289-323.

MARCOS-FILHO, Julio. Germinação. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Fealq: Piracicaba, 2015. p. 292-323.

MATIAS, Janete R.; SILVA, Tainara C. F. S.; RAMOS, Débora L. D.; SANTOS, Rosangela S.; ARAGÃO, Carlos A.; DANTAS, Bárbara F. Germinação em água bioessalina de sementes de pepino osmocondicionadas. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 2, s. 7757-7764, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67551/1/Barbara1.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2022.

MARTINS, MARIA R. S. G. **Viabilidade de Sementes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos armazenadas nos frutos**. 2013, 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/126278/000845249.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 abr. 2022.

MATOS, Antônio C. B.; ATAÍDE, Glauciana da M.; BORGES, Eduardo E. L. Physiological, physical, and morpho-anatomical changes in *Libidibia ferrea* ((Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) seeds after overcoming dormancy. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 01, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/9sCmcf4FgnMMCJS77WtZWZK/?lang=en>. Acesso em: 20 jul. 2022.

MATOS, Antônio C. B.; BORGES, Eduardo E. L.; SILVA, Laércio J. Fisiologia da Germinação de Sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. sob diferentes temperaturas e tempos de exposição. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, 2015.

MENDES, Rita C.; DIAS, Denise C. F. S.; PEREIRA, Marcio D.; BERGER, Geraldo. Tratamentos pré-germinativos em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100021>. Acesso em: 03 fev. 2023.

MICHEL, Burlyn E.; KAUFMANN, Merrill R. (1973) The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. **Plant Physiology**, v. 51, 914-916. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.51.5.914>. Acesso em: 11 abr. 2022.

MISSIO, Evandro L.; NUNES, Ubirajara R.; SALDANHA, Cleber W.; MALDANER Joseila; STEFFEN, Gerusa P. K.; MORAIS, Rosana M. Seeds of *Peltophorum dubium* submitted to osmotic conditioning increases germination and vigor. **Brazilian Journal of Forestry Research**. Colombo, v. 38, e201801561, p. 1-9, 2018. Disponível em: doi: 10.4336/2018.pfb.38e201801561. Acesso em: 06 fev. 2023.

MORI, E.; PIÑA- RODRIGUES, F.C.M.; FREITAS, N. **Sementes florestais: guia para a germinação de 100 espécies nativas**, 2012, 159 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236596314_Sementes_florestais_guia_para_a_germinacao_de_100_especies_nativas. Acesso em: 12 jul. 2022.

MOTA, Leonardo H.S.; SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/m3HDTvYfZz3KLVVPm5mDfvn/#>. Acesso em: 12 jan. 2023.

NASCIMENTO, Warley M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. **Circular Técnica Embrapa**. Brasília, n. 33, p. 1-12, 2004. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/30317/1/ct_33.pdf. Acesso em: 03 ago. 2022.

NASCIMENTO, Warley M.; HUBER Donald J.; CANTLIFFE Daniel J. 2013. Carrot seed germination and ethylene production at high temperature in response to seed osmopriming. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 554-558, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/dW9gtZM4DjFyPx8v8b8wY9D/?format=pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

NOBRE, Danúbia A. C.; DAMASCENA, Joyce G.; DAVID, Andréia M. S. S. SANTOS, Marlúcia P.; PEREIRA, Adriana R. Tratamentos Pré-Germinativos em Sementes de Mamona, Cultivar Iac 226 . **Acta biol. Colomb.** v.18 n.3 Bogotá Sept./Dec. 2013. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2013000300006. Acesso em: 27 jan. 2023.

ONU. O que é Restauração de Ecossistemas. 2021. Disponível em: <https://www.decadeonrestoration.org/pt-br/o-que-e-restauracao-de-ecossistemas>. Acesso em: 25 jul. 2022.

OROZCO-SEGOVIA, A.; MÁRQUEZ-GUZMÁN, J.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; BUEN, A. G.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Seed anatomy and water uptake in relation to seed dormancy in *Opuntia tomentosa* (Cactaceae, Opuntioideae). **Annals of Botany**, Oxford, v. 99, n. 4, p. 581-592, 2007. Acesso em: 03 fev. 2023.

PAIVA, Larissa. **Tecnologia de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2012, 66 p. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2012. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/6158/2/Larissa%20Guimaraes%20Paiva.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

PALADINES, Harvey M. **Aporte de Serapilheira, Fatores Abióticos e a Composição de Espécies: Estudo de Caso de Restauração em Floresta Estacional no Brasil**. 2018, 84 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018.

PIMENTA, Alex C.; ZUFFELLATO-RIBAS, Katia C.; LAVIOLA, Bruno G.; PANOBIANCO, Maristela. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 3, p: 295-301, 2014.

PIÑA-RODRIGUES, FÁTIMA C. M. ; Urzedo, D. I.; Correa, A. J.; FIGLIOLIA, MÁRCIA BALISTIERO. O futuro das sementes nativas. In: Claudio José Barbedo; Nelson Augusto dos Saantos Junior. (Org.). **Sementes do Brasil - Produção e Tecnologia para Espécies da Flora Brasileira**. 1ed.São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, 2019, v. 1, p. 120-200.

PINEDO, Gina J. V.; FERRAZ, Isolde D. K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* [Benth ex Walp]: sementes com dormência física de árvore da Amazônia. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000100006>. Acesso em: 20 abr. 2022.

PINEDO, Gina, J. V. **Condicionamento de sementes com dormência física, de três espécies florestais da Amazônia: *P. pendula* Benth. Ex Walp., *P. nitida* Miquel, Strip, *Parkia multijuga* Benth.** Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM) – Universidade Federal do Amazonas, 2005.

PINHO, Daniel S.; BORGES, Eduardo E. de L.; CORTE, Viviana B.; NASSER, Luiz C. B. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. durante o armazenamento. **Revista Árvore**, v.33, n.1, p.27-33, 2009. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/12182/1/v33n1a04.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

PINHO, Daniel S.; BORGES, Eduardo E. L.; PONTES, Cláudia A. Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. Submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000300006>. Acesso em: 20 abr. 2022.

PULLIN, A. S.; G. B. STEWART. Guidelines for systematic review in conservation and environmental management. **Conservation Biology**, v. 20, p.1647–1656, 2006.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMALHO, Luirla B.; BENEDITO, Clarisse P.; PEREIRA, Kleane T. O.; SILVA, Kelem C. N.; MEDEIROS, Hohana L. S. Hidrocondicionamento de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. e seus efeitos sobre a tolerância ao estresse salino. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 221-230, 2020. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509829998>. Acesso em: 13 dez. 2022.

REGO, Norton H; URBANETZ, Catia. Potencial do Uso da Semeadura Direta para a Recomposição Florestal no Pantanal da Nhecolândia, MS. **Circular Técnica Embrapa**, Corumbá, n. 117, p. 1-5, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1085345/1/Potencial.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2022.

ROCHA, Gustavo, B. et al. **Guia de sementeira direta [livro eletrônico]: para restauração de florestas e cerrados**. São Paulo: Agroicone Ltda, 2020. p. 18-20. Disponível em: (PDF) Guia de SEMEADURA DIRETA para restauração de florestas e cerrados (researchgate.net). Acesso em 05 jul. 2022.

RODRIGUES SÁ, Madelon; BARROS, Camila S.; ROSSETTO, Claudia A. V. Qualidade Fisiológica de Sementes de Café Influenciada por Tratamentos Pré-Germinativos. **Agronomia**, v.38, n.2, p. 42 - 46, 2004. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/revista/vol.%2038%20-%202004/R.%20Agron.%2002/Trab.%20008%20-%20Qualidade%20fisiologica.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2023.

RODRIGUES, R. R. (Coord.). **Trilhas do Parque da Esalq: árvores medicinais**. Esalq: Piracicaba, 1996. p. 28.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, L.; BLOOMFIELD, V. K. **Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas da mata atlântica em sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas em encosta, no entorno do Parque Estadual do Desengano (RJ)**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. Do substrato ao solo: trabalhos voluntários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 283-291.

SANTANA, D.G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. UnB: Brasília, 2004. p. 248.

SANTOS, Camila A. **Análise fisiológica de sementes de *Handroanthus impetiginosus* de quatro biomas brasileiro**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas modalidade-Bacharel) – Universidade Estadual Paulista- Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2016.

SANTOS, Ivonir P. **Probabilidade de sucesso de espécies florestais na sementeira direta em restauração ecológica**. 2020, 85 p. Tese (Doutorado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020.

SCALON, Silvana de P. Q.; MUSSURY, Rosilda M.; FILHO, Homero S.; FRANCELINO, Carla S. F.; FLORENCIO, Débora K. A. Armazenamento e tratamento pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**. v. 30, n. p. 179-185, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200004>. Acesso em: 06 mar. 2022.

SCALON, Silvana P.Q.; MUSSURY, Rosilda M.; LIMA, Andréa A. Germination of *Croton urucurana* L. seeds exposed to different storage temperatures and pre-germinative treatments. **Agrarian Sciences**. v, 84 n. 1, p. 191-200, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652012000100020>. Acesso em: 03 mar. 2022.

SCHMIDT, Lars. **Tropical Forest Seed**. In: Sowing, Germination and Seedling Establishment. Berlim: Springer, 2007. p. 247-278.

SGUAREZI, Cleonice N.; LUCCA e BRACCINI, Alessandro; SCAPIM, Carlos A.; BRACCINI, Maria C. L.; DALPASQUALE, Valdecir A. Avaliação de Tratamentos Pré-Germinativos para melhorar o Desempenho de Sementes de Café (*Coffea arabica* L.). II Processo de umidificação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 162-170, 2001.

SILVA, Adrielle F.; PAULETTO, Daniela; SILVA, Ádria F.; PEREIRA, Beatriz A.; OLIVEIRA, Thiago G. S.; SOUSA, Verena S.; ARAÚJO, Anselmo J. C.; ALMEIDA, Everton C. Tratamentos Pré-Germinativos de Espécies Nativas do Brasil com Propagação de Sementes Recobertas por Pirênio. **Agrotrópica**, v. 33, n. 3, p.215-228. 2021. Disponível em: doi: 10.21757/0103-3816.2021v33n3p215-228. Acesso em: 28 jan. 2023.

SILVA, Alexandre C.; SILVA, Maiara P. P.; ZAMITH, Rayssa; GALETTI, Gustavo; PIÑA-RODRIGUES, Fatima C. M. Osmotic treatment, growth regulator and rooter in *Tabebuia roseoalba* (RIDL.) Sandwith seeds for direct sowing. **Journal of Seed Science**, v. 42, 2020.

SMIDERLE, Oscar J.; LIMA, Juliana M. E.; PAULINO, Pollyana P. S. Curva de absorção de água em sementes de *Jatropha curcas* L. com dois tamanhos. **Revista Agro@ambiente**, v. 7, n. 2, p. 203-208, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101296/1/OSCAR.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2023.

SOARES, Luisa V. B.; OLIVEIRA, Sarah C. C.; BRAGA, Letícia R. SAMPAIO, Alexandre B.; SCHMIDT, Isabel B. Can Phytohormones Stimulate Initial Growth of Brazilian Savanna Trees? **Heringeriana**, v. 11, n. 2, p. 1-12, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/isabel-schmidt-2/publication/342396800_can_phytohormones_stimulate_initial_growth_of_brazilian_savanna_trees/links/5ef24c4192851c7a428528/can-phytohormones-stimulate-initial-growth-of-brazilian-savanna-trees.pdf. Acesso em: 09 mar. 2022.

SOARES, Luisa V. B.; OLIVEIRA, Sarah C. C.; BRAGA, Letícia R.; SAMPAIO, Alexandre B.; SCHMIDT, Isabel B. Can Phytohormones Stimulate Initial Growth of Brazilian Savanna Trees? **Heringeriana**, v.11, n. 2. p.1-12, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Isabel-Schmidt-2/publication/342396800_can_phytohormones_stimulate_initial_growth_of_brazilian_savanna_trees/links/5ef24c4192851c7a428528/can-phytohormones-stimulate-initial-growth-of-brazilian-savanna-trees.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

SOUZA, Andrei dos S.; COUTINHO, Emanuelle M.; SANTOS, Mateus P.; SILVA, Jamil S.; RODRIGUES, Gisele B. Osmocondicionamento de sementes de *Pterogyne Nitens* Tul. induzido por Polietilenoglicol com diferentes pesos moleculares. **Cointer**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0069>. Acesso em: 09 mar. 2022.

SOUZA, Fabiana B. C. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas, e qualidade física e fisiológica de sementes de *Galesia integrifolia* (spreng.) Harms.** 2013, 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/1838/1/FabianaBaleeiroCoelhoSouza-2013-trabalho.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2022.

SOUZA, Luiz A. Fruit and seed evolution in angiosperms. **International Journal of Science and Technology Research Archive**, v. 3, n. 2, 2022. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.53771/ijstra.2022.3.2.0136>. Acesso em: 06 fev. 2023.

SPADETO, Cristiani; MENGARDA, Liana H. G.; PAULUCIO, Márcia C.; LOPES, José C.; MATHEUS, Miele T. Embebição, Osmocondicionamento e Viabilidade de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr. Seeds. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 80-89, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831582>. Acesso em: 09 mar. 2022.

TELES, Thiago A. S.; BARREIRA, Sybelle. Avaliação Fisiológica de Sementes Visando Projetos De Restauração Ecológica Com Semeadura Direta De Espécies Nativas Do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p.192-199, 2018. Disponível em: doi: [10.18677/EnciBio_2018A18](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018A18). Acesso em: 06 mar. 2022.

TELLO-LÓPEZ, Alex M. **Potencial da semeadura direta em áreas de pastagens em Floresta Decidual do Estado de São Paulo**. 2020, 71 p. Tese (Doutorado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020.

TONIN, Glaucia A.; GATTI, Ana B.; CARELLI, Bernardete P.; PEREZ, Sonia C. J. G. de A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000200006>. Acesso em: 10 abr. 2022.

TOMAZ, Zeni F. P.; GALARÇA, S. P.; LIMA, Cláudia S. M.; BETEMPS, Débora L.; GONÇALVES, Michel A.; RUFATO, Andrea R. Tratamentos Pré-Germinativos em Sementes de Araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine L.). **Bras. Agrociência**, Pelotas, v.17, n.1-4, p.60-65, jan-mar, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74160/1/artigo08.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2023.

URZEDO, Danilo I. *et al.* Seed networks for upscaling forest landscape restoration: is it possible to expand native plant sources in Brazil? **Forests**, v. 11, n. 259, p. 1-20. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/f11030259>>. Acesso em: 8 ago. 2022.

VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. D. S.; DEMINICIS, B. B.; et al. Different Treatments for Breaking Dormancy of *Leucaena* Seeds (*Leucaena leucocephala*). **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 3, p. 172, 2017.

VILLELA, Francisco, A. *et al.* Tabela de potencial osmótico em função da concentração de Polietileno Glicol 6.000 e da Temperatura. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v, 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

ZUCHI, Jacson; PANOZZO, Luis E.; HEBERLE, Elaine; ARAUJO, Eduardo F. Curva de embebição e condutividade elétrica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3 p. 504 - 509, 2012.