

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí

MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

Leandro Ribeiro Pires

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE FAVEIRA VERMELHA
(*Parkia multijuga* Benth.) UTILIZANDO REJEITO DE GARIMPO (“CURIMÃ”) EM
ITAITUBA - PA**

Bambuí - MG

2024

LEANDRO RIBEIRO PIRES

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE FAVEIRA VERMELHA
(*Parkia multijuga* Benth.) UTILIZANDO REJEITO DE GARIMPO (“CURIMÃ”) EM
ITAITUBA - PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais como requisito para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.
Orientador: Dr. Neimar de Freitas Duarte
Linha de pesquisa: Tecnologias Ambientais
Projeto Estruturante: Educação e Sustentabilidade II - Recuperação de Áreas Degradadas

Bambuí - MG

2024

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

P667g Pires, Leandro Ribeiro.
Germinação e crescimento de plântulas de faveira vermelha (*Parkia Multijuga* Benth.) utilizando rejeito de garimpo (“Curimã”) em Itaituba – PA. / Leandro Ribeiro Pires. – Bambuí, 2024.
105 f.: il.; color.

Orientador: Dr. Neimar de Freitas Duarte.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2024.

1. Amazônia. 2. Produção de mudas. 3. Recuperação de áreas degradadas. I. Duarte, Neimar de Freitas. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 571.862

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
Seção de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Bunitis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação intitulada **“GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE FAVEIRA VERMELHA (Parkia multijuga Benth.) UTILIZANDO REJEITO DE GARIMPO (“CURIMÃ”) EM ITAITUBA - PA”**, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Leandro Ribeiro Pires**, sob a orientação do prof. Dr. **Neimar de Freitas Duarte**, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 04/07/2024, com a média de 81,0 pontos.

Bambuí (MG), 04 de julho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Ribeiro Pires, Usuário Externo**, em 09/07/2024, às 10:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Monteiro Correa, Professor**, em 09/07/2024, às 10:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula, Professora**, em 09/07/2024, às 11:43, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Neimar de Freitas Duarte, Professor**, em 09/07/2024, às 11:44, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Queila de Souza Garcia, Usuário Externo**, em 10/07/2024, às 06:30, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador 1965960 e o código CRC A90B944F.

23209.003099/2022-84

1965960v1

18/09/2024, 07:28

SEI/IFMG - 1965960 - Ata de Reunião

Criado por [ronaldo.barbosa](#), versão 2 por [ronaldo.barbosa](#) em 09/07/2024 10:24:56.

Dedico esta dissertação aos meus amados pais, Elizeu e Eunice, ao meu irmão, Fábio, e à minha esposa, Thaís, por todo apoio, amor e compreensão durante todo esse período.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, meus pais e meu irmão o apoio incondicional; à minha esposa, especialmente, pela compreensão de horas e dias ausentes em função de aulas, trabalhos e escritas; e ao nosso Chico, companheirinho de quatro patas, por fazer companhia a ela quando eu estava fora.

Ao IFMG, pela oportunidade de cursar o Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Neimar Freitas Duarte, por ter me aceitado como orientado em meio à minha troca de emprego e de projeto, e também pela gentileza e compreensão.

À Brazauro Recursos Minerais e ao vice-presidente de sustentabilidade, Eduardo Leão, pelo incentivo para cursar esse programa.

Aos colegas da Brazauro de todas as áreas, especialmente, da área de meio ambiente, e do IFMG, que conviveram comigo nos últimos anos e que me incentivaram, mesmo sabendo quão difícil é conciliar a vida profissional, familiar e acadêmica com mais de 250 km de distância entre Bambuí e Belo Horizonte, e mais de 3.000 entre Belo Horizonte e o sudoeste do Pará, dizendo-me palavras de encorajamento.

A todos que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

*“Nascer, morrer, renascer ainda e progredir
sempre, tal é a lei.”*

Allan Kardec

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

INTRODUÇÃO GERAL

- Figura 1.** Localização do Projeto Tocantinzinho, Itaituba, Pará. Fonte: Google Earth, 2023. 20
- Figura 2.** Instalações do projeto “Tocantinzinho” na região de antigos garimpos no sudoeste do estado do Pará. Fonte: Clam Meio Ambiente, 2022b.....22
- Figura 3.** Área da futura cava do projeto Tocantinzinho. Fonte: Google Earth, 2023.23
- Figura 4.** Registro de uma faveira vermelha para exemplificar seu porte e características específicas. Fonte: arbóreo.net, 2022.....23

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Percentual de germinação de sementes de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação49
- Figura 2.** Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *P. multijuga* 51
- Figura 3.** Índice de sincronização da germinação de sementes de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos 52
- Figura 4.** Diâmetro de coleto de *P. multijuga* sujeita a diferentes tratamentos e temperaturas T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponete..... 53
- Figura 5.** Matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação. 55
- Figura 6.** Matéria fresca de raiz (MFR) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação..... 55
- Figura 7.** Matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação. 56
- Figura 8.** Matéria seca das raízes (MSR) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação..... 57

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Porcentagem de germinação de *P. multijuga* em função da concentração de curimã no substrato..... 75

Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) de <i>P. multijuga</i> em função da porcentagem de curimã no substrato.....	76
Figura 3. Índice de sincronismo para <i>P. multijuga</i> em função da concentração de curimã no substrato.....	77
Figura 4. Altura da parte aérea em <i>P. multijuga</i> relacionada com a porcentagem de curimã no substrato.....	78
Figura 5. Comprimento de raiz em <i>P. multijuga</i> relacionado à porcentagem de curimã no substrato.....	79
Figura 6. Diâmetro de Coleto (DC) de <i>P. multijuga</i> relacionado à concentração de curimã no substrato.....	80
Figura 7. Volume de raiz em <i>P. multijuga</i> relacionado à concentração de curimã no substrato.	81
Figura 8. Massa seca de raiz (MSR) em <i>P. multijuga</i> em função da concentração de curimã no substrato.....	82
Figura 9. Massa seca da parte aérea (MSPA) em <i>P. multijuga</i> em função da concentração de curimã no substrato.....	83
Figura 10. Proporção Massa Seca de Raiz (MSR) x Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) no total de massa de plântulas de <i>P. multijuga</i> em função da concentração de curimã no substrato.	84

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Tratamentos utilizados para quebra de dormência de <i>P. multijuga</i>	44
Tabela 2. Caracterização biométrica em sementes de <i>Parkia multijuga Benth</i>	47
Tabela 3. Estatística descritiva da porcentagem de germinação para variáveis de temperatura e tratamentos de <i>P. multijuga Benth</i>	48
Tabela 4. Estatística descritiva do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para variáveis de temperatura e tratamentos de <i>P. multijuga</i>	50

CAPÍTULO II

Tabela 1. Fatorial de duas luminosidades e quatro concentrações de curimã.	67
Tabela 2. Equação utilizada para o cálculo de índice.	68
Tabela 3. Análise química dos materiais: rejeito de garimpo (curimã) e substrato de origem comercial, usualmente empregado em viveiros da região.	70
Tabela 4. Comparação de médias de duas luminosidades em relação a diferentes variáveis no processo de germinação de sementes e crescimento de plântulas de <i>Parkia multijuga Benth</i> .72	
Tabela 5. Relação MSPA/MSR de plantas da <i>Parkia multijuga Benth</i>	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANM - Agência Nacional de Mineração

APA - Área de Proteção Ambiental

DAP - Diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo

DFS - Distrito Florestal Sustentável

FOA - Floresta Ombrófila Aberta

FOD - Floresta Ombrófila Densa Submontana

Mtpa - Milhões de toneladas por ano

ROM - *Run Of Mine*

UC - Unidade de Conservação

UN - *United Nations*

R – Raiz

PA – Parte aérea

DC – Diâmetro de coleto

MSR – Massa seca de raiz

MSPA – Massa seca de parte aérea

IVE – Índice de velocidade de germinação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	16
2. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO “TOCANTINZINHO”	20
3. FAVEIRA VERMELHA.....	24
4. DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES	26
5. REJEITO DE GARIMPO (“CURIMÃ”)	28
6. SUBSTRATO E LUMINOSIDADE NA PRODUÇÃO DE MUDAS	29
7. JUSTIFICATIVA	31
8. OBJETIVO GERAL.....	32
8.1 Objetivos específicos	32
9. REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO I.....	40
GERMINAÇÃO E MORFOMETRIA DE SEMENTES DE <i>Parkia multijuga</i> Benth. SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E TRATAMENTOS PARA QUEBRA DE DORMÊNCIA	40
RESUMO	40
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. OBJETIVO	42
2.1 Objetivos específicos	42
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1 Caracterização do local de experimento	42
3.2 Coleta, beneficiamento e armazenamento do material vegetal	42
3.3 Caracterização física das sementes.....	43
3.3.1 Biometria	43
3.3.2 Peso de mil sementes.....	43
3.3.3 Grau de umidade.....	43
3.4 Instalação do experimento	44
3.4.1 Delineamento experimental, coleta e análise de dados	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 Biometria de <i>Parkia multijuga</i> Benth.....	46
4.2 Germinação de sementes	47
4.3 Crescimento inicial, massa fresca e massa seca das plântulas	53
5. CONCLUSÕES	58

6. REFERÊNCIAS	58
CAPÍTULO II.....	63
INFLUÊNCIA DO REJEITO DE GARIMPO (“CURIMÃ”) E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>Parkia multijuga</i> Benth. 63	
RESUMO	63
1. INTRODUÇÃO.....	64
2. OBJETIVOS GERAIS	65
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	65
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
3.1 Caracterização do local de experimento	65
3.3 Preparo do substrato e definição dos tratamentos	66
3.4 Implantação do experimento	67
3.5 Delineamento experimental, coleta e análise de dados	67
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
4.1 Temperatura média, umidade e análises de solo	70
4.2 Influência da luminosidade nas variáveis estudadas	72
4.3 Influência da concentração do rejeito de garimpo nas variáveis estudadas	74
5. CONCLUSÕES	85
6. REFERÊNCIAS	86

RESUMO

A mineração é um setor de grande importância econômica no país, porém em garimpos clandestinos sem qualquer controle, grandes passivos ambientais são criados e resultam em maior degradação do ambiente. Relacionado a recuperação ambiental dessas áreas, alguns dos rejeitos gerados podem ser aproveitados no setor de construção, outros não possuem valor econômico, mas podem ser utilizados como insumo na produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas. *Parkia multijuga* Benth. é uma espécie secundária inicial, que tem boa germinação e sobrevivência em florestas secundárias e até mesmo em solos nus, o que a torna adaptável a diversos tipos de sítios, sendo recomendada para recuperação de áreas degradadas. O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a germinação e crescimento de plântulas de *Parkia multijuga* Benth. submetidas a diferentes tipos de quebra de dormência, temperaturas, níveis de luminosidade e concentrações de rejeito de garimpo, em ambientes de laboratório e viveiro de produção de mudas. O primeiro capítulo tem como objetivo avaliar a influência de temperaturas e tipos de quebra de dormência na germinação da espécie *Parkia multijuga* Benth. Conforme resultados os melhores percentuais de germinação ocorreram com a quebra de dormência com escarificação em lixa (sob temperaturas de 25 e 30°C). Este método é indicado pela facilidade na aplicação e baixo custo. O segundo capítulo objetiva avaliar a influência do rejeito de garimpo (curimã) e condições de luminosidade na germinação e crescimento de plântulas de *P. multijuga* na região de antigos garimpos em Itaituba-PA (sudoeste do estado do Pará). Os resultados demonstram que a luminosidade e temperatura do local afetaram os parâmetros estudados em plântulas de *P. multijuga*. A concentração de curimã influenciou as variáveis IVE, Comprimento de Parte Aérea e Massa Seca de Parte Aérea.

Palavras-chave: Amazônia, produção de mudas, recuperação de áreas degradadas, substrato.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Desde as primeiras discussões organizadas sobre a questão ambiental no mundo, o conceito de desenvolvimento sustentável que vem sendo mais aceito e amplamente utilizado é o que está no relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, chamado “Nosso Futuro Comum”, de 1987. No referido relatório, o conceito se figura da seguinte forma (traduzido do original em inglês): o desenvolvimento sustentável é o que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades (UN, 1987).

Dentro das necessidades correntes da humanidade, uma atividade de base é fundamental para o atendimento dessas demandas e tem grande importância para a economia dos países que a desenvolvem: a mineração. No Brasil, esta atividade tem grande relevância para a economia do país (Silva; Campagna; Lipp-Nissinen, 2018), atingindo um percentual de aproximadamente 4% do Produto Interno Bruto - PIB - em 2020 (IBRAM, 2021). Porém, como toda atividade produtiva, tem por consequência a geração de impactos ambientais positivos, assim como negativos.

Para Enriquéz (2009), uma atividade minerária somente pode ser entendida como sustentável se forem minimizados os impactos ambientais decorrentes dela e determinados níveis de proteção ambiental e padrões de qualidade forem assegurados. De uma perspectiva global, a pré-condição é a garantia do bem-estar das gerações futuras. Esta condição pode ser alcançada utilizando-se sustentavelmente os ganhos que a mineração forneceu.

Dentre os principais aspectos ambientais, geralmente, envolvidos num empreendimento minerário, podem-se citar a supressão de vegetação, geração de efluentes e resíduos, material estéril, emissão de ruídos, retirada de camadas mais superficiais e férteis e a exposição de solos às intempéries (Vivoda; Kemp, 2019; Mechi; Sanches, 2010; Usepa, 2011; Sousa; Veiga, 2008).

Quando se fala em mineração de ouro, especificamente nas atividades praticadas por mineradores artesanais, os chamados garimpeiros, além dos aspectos citados, outros fatores, frequentemente, figuram-se como de risco para a manutenção de padrões de proteção e qualidade ambiental, tais como a utilização de mercúrio para acumulação e separação do produto. Segundo Silva, Campagna, Lipp-Nissinen (2018), abandono das áreas ao final das

atividades sem qualquer implantação de medidas de reabilitação ambiental é uma situação que ocorre, principalmente, nas ocasiões de extração sem planejamento e/ou ilegais.

De acordo com o Decreto-Lei Federal n.º 227, de 28 de fevereiro de 1967 (BRASIL, 1967), em seu artigo 70, pode-se considerar como garimpagem:

I - garimpagem, o trabalho individual de quem utilize instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis, na extração de pedras preciosas, semi-preciosas e minerais metálicos ou não metálicos, valiosos, em depósitos de eluvião ou aluvião, nos álveos de cursos d'água ou nas margens reservadas, bem como nos depósitos secundários ou chapadas (grupiaras), vertentes e altos de morros; depósitos esses genericamente denominados garimpos.

Mais adiante, a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), em seu artigo 174, parágrafos 3º e 4º, traz a afirmação do favorecimento à organização da atividade garimpeira:

§ 3º O Estado favorecerá a organização da atividade garimpeira em cooperativas, levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social dos garimpeiros.

§ 4º As cooperativas a que se refere o parágrafo anterior terão prioridade na autorização ou concessão para pesquisa e lavra dos recursos e jazidas de minerais garimpáveis, nas áreas onde estejam atuando, e naquelas fixadas de acordo com o art. 21, XXV, na forma da lei.

Por outro lado, o garimpo tem sua definição segundo a Lei Federal n.º 11.685, de 2 de junho de 2008 (BRASIL, 2008), em seu artigo 2º:

II - garimpo: a localidade onde é desenvolvida a atividade de extração de substâncias minerais garimpáveis, com aproveitamento imediato do jazimento mineral, que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, possam ser lavradas, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo critérios técnicos do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

Já o conceito de lavra garimpeira é trazido no Decreto Federal n.º 9.406, de 12 de junho de 2018 (BRASIL, 2018):

Art. 11. Considera-se lavra garimpeira o aproveitamento imediato de substância mineral garimpável, compreendido o material inconsolidado, exclusivamente nas formas aluvionar, eluvionar e coluvial, que, por sua natureza, seu limite espacial, sua localização e sua utilização econômica,

possa ser lavrado, independentemente de trabalhos prévios de pesquisa, segundo os critérios estabelecidos pela ANM.

Segundo Farias (2002), a mineração é um dos setores básicos da economia do País, contribuindo de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável. Para Silva (2007), a garimpagem provoca impactos ambientais comuns a todas as áreas submetidas a esse tipo de extração rudimentar e predatória, principalmente, a contaminação dos recursos hídricos. Poletto (2010) afirma que a mineração industrial, em todas suas etapas e planejamentos, é detentora de grandes alterações a diversos meios. Todavia, possui ações planejadas de compensação, monitoramento, mitigação e recuperação das externalidades, que, se corretamente gerenciadas, podem aproximar a atividade da sustentabilidade. No entanto, apesar de toda normatização, a garimpagem ilegal continua ocorrendo, em geral, em diversas regiões do País (Oliveira, 2023).

Na Amazônia, a situação não é diferente. Um exemplo disso é a região do Rio Tapajós no sudoeste do Pará, que possui intensa ação antrópica e trata-se de uma província mineral que esteve em exploração por garimpeiros de forma artesanal desde os anos 70, sofrendo com passivos gerados por essa atividade. Além disso, o rio Tapajós é de grande importância ao país e um dos afluentes de maior contribuição para a Amazônia (Souza, 2016). Segundo Baía-Júnior (2014), na região de Itaituba, mesmo após a criação de várias Unidades de Conservação pelo governo federal no início do século XXI, grande parte da atividade garimpeira permaneceu ou se direcionou para a ilegalidade devido a uma série de fatores tais como a lentidão na emissão das licenças ambientais e por consequência das Permissões de Lavra Garimpeira, as distâncias físicas entre os garimpos e os órgãos ambientais, as dificuldades no cumprimento das exigências legais, principalmente as ambientais, e as ambiguidades quanto à possibilidade da atividade dentro das UCs.

Diferentemente de outras atividades antrópicas, como a agricultura e a pecuária, que causam impactos em grandes áreas, a exploração mineral causa impacto pontual em pequenas áreas, mas, na maioria das vezes, de elevada intensidade (Pires; Pierangeli, 2011). Durante a instalação de um garimpo, a maior parte da vegetação é suprimida, dando espaço para máquinas e outros equipamentos (Miranda, 1997). Alterações edáficas, tais como,

compactação (Ribeiro et al., 2006), drenagem ácida (Mello e Abrahão, 1998) e remoção da camada fértil, resultam na diminuição da capacidade produtiva dos solos, refletindo no ambiente como um todo.

Com o abandono da maioria das áreas exauridas de garimpos clandestinos sem qualquer controle, grandes passivos ambientais são criados, principalmente, com relação à recuperação ambiental dessas áreas. Ferretti (2002) afirma que, muitas vezes, esses locais têm sua camada de solo superficial mais fértil retirada, resultando na maior dificuldade para o restabelecimento natural da vegetação e maior suscetibilidade à formação de processos erosivos, principalmente onde este solo, o chamado “solo orgânico” ou “*topsoil*”, não foi apropriadamente estocado. Acaba-se, então, por deixar estas áreas desnudas, apenas com material estéril para a garimpagem.

No que tange ao material estéril de empreendimentos minerários, algumas alternativas de reutilização desses resíduos foram sugeridas: recuperação de processos erosivos, recomposição de áreas degradadas, fabricação de tijolos e base para a compactação de estradas. Também já foi proposta a disposição desse material em cavas abandonadas ou paralisadas, com a finalidade de promover o correto descomissionamento dessas estruturas. Porém, em áreas onde as atividades garimpeiras são ilegais, todo material é descartado em terrenos adjacentes aos garimpos, sem nenhuma seleção ou separação de material nem qualquer preocupação futura com o carreamento do estéril, provocando assoreamento e contaminação de rios e córregos (Souza *et al.*, 2012; CNMP, 2021).

Para enfrentar o desafio da recuperação ambiental de áreas de garimpo abandonadas, torna-se imperioso, então, aprimorar o conhecimento e a procura por espécies vegetais nativas que tenham potencial para repovoar essas áreas, impulsionando o estabelecimento de outras espécies espontâneas, a aceleração da sucessão ecológica e a retomada das funções ambientais daquele biótopo. Para isso, um passo fundamental é testar o desempenho dessas espécies quando submetidas a esse tipo de substrato, com o objetivo da futura produção e utilização de mudas na recuperação de áreas degradadas pela atividade garimpeira.

2. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO “TOCANTINZINHO”

A área do futuro empreendimento “Projeto Tocantinzinho”, de propriedade da empresa Brazauro Recursos Minerais S/A, chamado assim em função do rio Tocantinzinho, está localizada no sudoeste do estado do Pará, região norte do Brasil, no município de Itaituba, próximo à fronteira com o estado do Amazonas, totalmente inserida na Província Mineral do Tapajós (Clam Meio Ambiente, 2022a; Brandt Meio Ambiente, 2011).

O Projeto está situado a aproximadamente 400 km da sede de Itaituba, a qual se encontra às margens do Rio Tapajós e da BR-230, popularmente conhecida como Rodovia Transamazônica. O acesso ao Projeto, partindo de Itaituba até a cidade de Miritituba, ocorre por meio do Rio Tapajós, com o auxílio de balsa. Em Miritituba, deve-se percorrer a BR-230 (Transamazônica) por 30 km até o trevo com a BR-163, conhecida popularmente como Rodovia Cuiabá-Santarém. A partir do trevo, seguem-se 290 km na direção sul pela BR-163 (Cuiabá-Santarém) até o Distrito de Morais Almeida, localizado a cerca de 100 km da área do Projeto Tocantinzinho. O acesso é feito pela Rodovia Transgarimpeira por 30 km, a partir de Morais Almeida, e depois por mais 70 km pela estrada municipal Tocantinzinho, sentido oeste, em direção ao rio Tocantinzinho (Clam Meio Ambiente, 2022a).

Na Figura 1, abaixo, apresenta-se a localização do projeto Tocantinzinho:

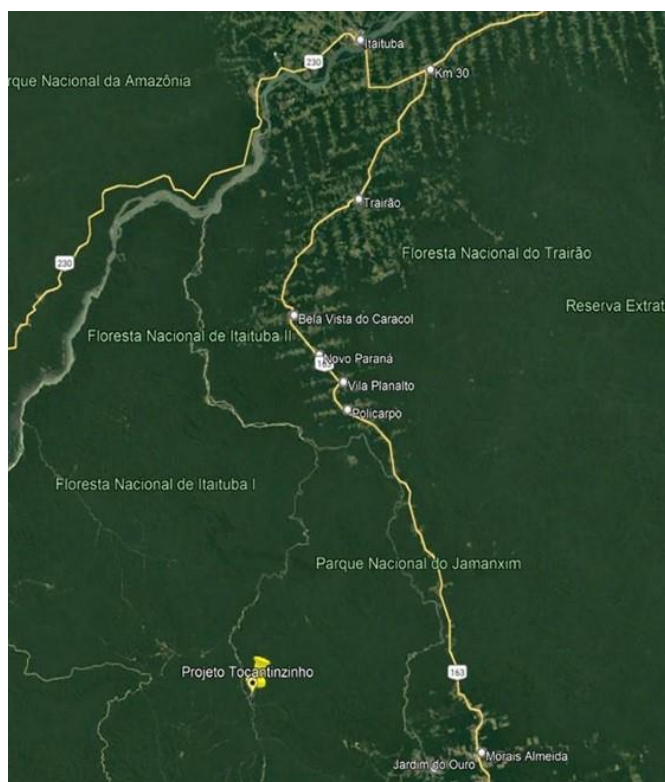


Figura 1. Localização do Projeto Tocantinzinho, Itaituba, Pará. Fonte: *Google Earth*, 2023.

O projeto prevê a implantação de uma mina a céu aberto de minério de ouro, com reservas estimadas de 60 toneladas de ouro e uma produção prevista de 4,4 milhões de toneladas/ano de ROM - *Run Of Mine*, com teor médio de 1,25 g/t de ouro e recuperação metalúrgica de 90,1%, que resultará em 159.325 onças/ano de ouro. Com perspectiva de desenvolvimento da mineração, com bases compatíveis, capacidade de suporte do meio ambiente, a reserva do Tocantinzinho possui uma vida útil estimada de 12 anos, sendo os 2 anos de *pré-stripping* e 10 anos de lavra, com escala de 4,1 Mtpa (Milhões de toneladas por ano), objetivando produzir *bullion*¹ de ouro que será transportado via aérea para sua destinação final (Clam Meio Ambiente, 2022a; Brandt Meio Ambiente, 2011).

A área onde se pretende implantar o projeto já foi alvo de intensa atividade garimpeira desde os anos 1970, cujo objetivo era a extração de ouro de forma artesanal, prática muito comum nos garimpos espalhados pelo Brasil (Clam Meio Ambiente, 2022b; Brandt Meio Ambiente, 2011). De acordo com Brandt Meio Ambiente (2011), nesta área, foram realizadas atividades de pesquisa mineral que compreenderam trabalhos de campo, de laboratório e escritório. Dentre estas, citam-se levantamentos geológicos pormenorizados da área de ocorrência do bem mineral de interesse, com execução de sondagens no corpo mineral, coleta sistemática de amostras, análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagens, e ensaios de beneficiamento mineral das substâncias minerais úteis, que almejam obter concentrado para atendimento das especificações do mercado ou aproveitamento industrial direto.

Para garantir a operação do Projeto, far-se-á necessária uma etapa de implantação das estruturas operacionais, em que ocorrerá uma série de atividades e construção de estruturas específicas para o atendimento a esta fase (Clam Meio Ambiente, 2022b).

¹ O termo refere-se a metais preciosos em sua forma mais pura. O *bullion* é constituído por barras ou moedas de ouro físicas fabricadas principalmente para fins de investimento. Normalmente, as barras e moedas são fabricadas com ouro puro entre 99,5% e 99,99%. Os preços baseiam-se nos valores atuais do ouro no mercado, além de seu peso e pureza (Ernst, 2023). Ouro em espécie (Fonseca; Mollo, 2012).



Figura 2. Instalações do projeto “Tocantinzinho” na região de antigos garimpos no sudoeste do estado do Pará. Fonte: Clam Meio Ambiente, 2022b.

A área do Projeto Tocantinzinho está dentro dos limites da APA Tapajós, da Reserva Garimpeira do Tapajós, sendo a Reserva Garimpeira e a APA, integralmente, no Distrito Florestal Sustentável (DFS) da BR-163.

As fitofisionomias de Itaituba são complexas face à sua extensão territorial. A região apresenta diferentes transições organizadas de acordo com o relevo e solo de cada local (BRASIL, 2014). As afirmações sobre as tipologias vegetais de Itaituba foram feitas a partir das classificações de RADAM (1975) e Veloso *et al.* (1991). Tais estudos concordam que a tipologia vegetal predominante é Floresta Ombrófila Densa Submontana (FOD) com dossel emergente, frondoso, contendo alta biomassa e Floresta Ombrófila Aberta (FOA), além das vegetações secundárias.

A região com ações do garimpo, que impactou a área da vegetação citada anteriormente, é apresentada na Figura 3, abaixo, sendo denominada como “ferradura”, por conta de seu formato.



Figura 3. Área da futura cava do projeto Tocantinzinho. Fonte: *Google Earth*, 2023.

As atividades que objetivam adquirir recursos minerais, embora muito importantes do ponto de vista econômico, são práticas que causam sérios males ambientais desde a prospecção até o fechamento da mina. Tais áreas tornam-se degradadas pela remoção da vegetação nativa, fauna original e a camada fértil do solo, causando intenso impacto na composição quantitativa e qualitativa da microbiota edáfica e mananciais. Em muitos casos, também a atividade mineradora gera considerável volume de subprodutos e rejeitos com potencial de se tornarem depósitos improdutivos sob o solo (Ribeiro, 2000; Yada *et al.*, 2015).

Em áreas nas quais há predominância de atividades mineradoras, o solo demonstra limitações relacionadas ao estabelecimento e desenvolvimento espontâneo de cobertura vegetal, em função de diversos fatores, como o baixo teor de nutrientes e matéria orgânica (Araújo *et al.*, 2014). Ferreira *et al.* (2012) afirmam que a reabilitação dessas áreas exige a intercessão humana, sendo que o estabelecimento de plantios florestais com espécies de crescimento rápido, eficiência na absorção de água e bom uso de nutrientes tem sido uma vantajosa alternativa. Além destas características, é necessário elencar, também, padrões de alocação de biomassa e nutrientes na planta, pois eles possuem relação direta com a capacidade competitiva e com respostas dos indivíduos às condições em campo (Son *et al.*, 2004; Santos JR. *et al.*, 2006).

Para Bastien-Henri *et al.* (2010), o padrão que define a absorção de biomassa e nutrientes está diretamente associado à eficiência da planta em executar essa tarefa. Algumas espécies podem aumentar o acúmulo de biomassa na superfície foliar, o que confere a elas maior captação de luz; outras investem no sistema radicular, de modo a aumentar a absorção de água e nutrientes em locais onde há baixa disponibilidade (Santos Jr. *et al.*, 2006).

Nesse contexto, inúmeras espécies nativas são ocorrentes na região amazônica, possuindo suas características individuais para reprodução, dispersão, absorção de nutrientes e composição de biomassa. Dentre elas, encontra-se a *Parkia multijuga Benth.*, conhecida na região como faveira vermelha, que, além de ser caracterizada pelo rápido crescimento, é uma das espécies do gênero indicada para recuperação de áreas degradadas e que perdeu território para as atividades do garimpo.

3. FAVEIRA VERMELHA

O gênero *Parkia*, da família *Fabaceae-Mimosoidae*, possui cerca de 35 espécies com distribuição Pantropical. Cerca de 19 espécies ocorrem na região neotropical de Honduras até o sudeste do Brasil (Oliveira, 2012; Souza, 2019). As espécies do gênero exibem elevado grau em simpatria e endemismo, seu maior centro de diversidade taxonômica e morfológica é a região amazônica, no qual é registrada a ocorrência de 56% das espécies pertencentes ao gênero (Oliveira e Hopkins, 2020).

Parkia multijuga Benth., popularmente conhecida como faveira vermelha, faveira-arara, faveira-benguê, benguê, tucupi, visgueiro, paricá e varjão, é uma espécie comumente encontrada em florestas de terra firme e várzeas altas de solos argilosos. Pode atingir dimensões próximas a 40 m de altura e 100 cm de DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo) na idade adulta. Possui ramificação dicotômica e folhas compostas bipinadas (agrupadas em pinas), dispostas em espiral, medindo até 50 cm de comprimento. Suas flores são numerosas e possuem cor creme-amarelado, que dão origem a frutos (legume lenhoso) que possuem cerca de 14 sementes grandes, com comprimento de até 6 cm e massa de até 9 g, com germinação hipógea. Sua floração ocorre, geralmente, durante os meses de agosto e outubro, e a maturação dos frutos, no período de novembro-dezembro. As sementes têm forte dormência física, são duras, sendo a testa extremamente resistente à penetração da água; por isso, devem ser utilizados métodos para quebra de dormência antes da semeadura, para melhorar a germinação (Lorenzi, 2008; Carvalho, 2009), fato este também observado por Melo *et al.* (2011).



Figura 4. Registro de uma faveira vermelha para exemplificar seu porte e características específicas. Fonte: arbóreo.net, 2022.

De acordo com Carvalho (2009), a faveira vermelha tem sua classificação quanto à sucessão ecológica como sendo uma espécie secundária inicial. Tem porte arbóreo, mostrando-se perenifólia ou com disposição sempre verde. Quando totalmente crescidos, os indivíduos maiores atingem dimensões de aproximadamente 40 metros de altura e 100 centímetros de DAP. A faveira pode ser utilizada como matéria-prima para diversos fins, tais como papel e celulose, fins energéticos e até mesmo construção de canoas. É muito requisitada no setor de paisagismo por conta de sua folhagem brilhante e por possuir grande porte, podendo arborizar grandes praças e parques. Uma grande qualidade desta espécie está relacionada a seu rápido crescimento, que pode auxiliar na recuperação de áreas degradadas (Carvalho, 2009).

Para Camargo, Ferraz & Imakawa (2002), *P. multijuga* é recomendada para recuperação de áreas degradadas, visto que tem boa germinação e sobrevivência em florestas secundárias e até mesmo em solos nus. Este fato foi corroborado por Salomão, Brienza Júnior e Rosa (2014), que observaram bons resultados de sobrevivência e Incremento Periódico Anual (IPA) do crescimento em diâmetro e em altura desta espécie em plantio realizado em áreas após atividade de mineração e monitorado por 13 anos na Floresta Nacional de Saracá Taquera, em Porto Trombetas, PA.

Costa *et al.* (2014) também apresentam resultados significativos para a espécie quanto ao acúmulo de biomassa em área degradada, em que, aos quatro anos de plantio, a *P. multijuga* exibe maiores estoques de nutrientes e biomassa nas folhas e raízes. Isso contribui tanto para o aumento de matéria orgânica e nutrientes no solo quanto para uma exploração mais eficiente

desses recursos, corroborando a afirmação de Nunes *et al.* (2010), que demonstram a preferência e a eficiência no uso de leguminosas lenhosas na recuperação de áreas degradadas, pois estas associam-se com bactérias do gênero *Rhizobium*, que formam pequenos nódulos nas raízes dessas plantas e fixam nitrogênio da atmosfera, tornando o desempenho em campo mais eficiente. Com isso, as espécies lenhosas da família *Fabaceae* produzem biomassa em grande quantidade, possibilitando a alta ciclagem de nutrientes.

4. DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES

As sementes de espécies nativas constituem importante matéria-prima para a conservação de ecossistemas e programas ligados à recuperação de áreas, tornando a propagação seminal o processo mais utilizado e econômico se comparado a outras formas de reprodução de plantas (Ferreira, 2022). A aquisição de sementes de qualidade, bem como os conhecimentos ligados aos seus processos germinativos, essencialmente, para as que apresentam dormência, apresentam-se como requisitos primordiais para que haja sucesso na reprodução seminal de espécies (Pegorin *et al.*, 2022).

A classificação de sementes relacionada ao seu comportamento em condições de armazenamento é dividida em dois grupos distintos (Carvalho, 2006). O primeiro abrange sementes ortodoxas, capazes de manter sua viabilidade após desidratação de até 5% ou 7% de umidade, com potencial para armazenamento em baixas temperaturas por um longo período (Rodrigues-Filho, 2023). O segundo abrange os recalcitrantes, que não possuem tolerância à desidratação até determinado grau de umidade sem que ocorram danos fisiológicos, dificultando seu armazenamento em baixas temperaturas durante muito tempo (Fonseca, 2017).

Pegorin *et al.* (2022) configuram dormência como uma estratégia com finalidade de distribuir a germinação periodicamente, reduzindo os riscos relativos à perda do poder germinativo e morte frustrada do embrião em consequência de condições desfavoráveis, ratificando revisões feitas por Vegis (1964), que mencionou a dormência como uma temporária interrupção do crescimento e desenvolvimento da planta ou de partes que a compõem.

O processo de dormência ocorre em diferentes condições, podendo alterar as características fenotípicas das sementes, como tamanho, cor, espessura do tegumento, além de apresentarem níveis de maturidade distintos, ocorrendo a distribuição do processo germinativo com o passar tempo (Souza *et al.*, 2015; Ferreira, 2022).

Ao garantir que a semente perdure em solo, esse processo se torna vantajoso para a planta, pois essa condição biológica atua como importantíssimo fator de perpetuação das

espécies, mantendo-as viáveis por um longo período. Essa condição também é tida como mecanismo de defesa contra intempéries que dificultam ou impedem sua atividade metabólica (Popinigis, 1977; Dantas *et al.*, 2000; Marcos Filho, 2015; Medeiros *et al.*, 2019).

Para Araújo *et al.* (2004), esse processo pode se manifestar de três formas: tegumentar (física), fisiológica e embrionária. A dormência determinada pelo tegumento, que apresenta a área tegumentar dura, que impede o embrião de ser embebido por água, é a chamada tegumentar. Para a perpetuação da espécie, essa característica é considerada benéfica, não apenas pelo fato de o embrião permanecer vivo, mas também porque, sob condições naturais, as sementes tornam-se permeáveis de maneira individual e em diferentes períodos (Baccini, 2011). A dormência fisiológica é promovida por substâncias promotoras ou inibidoras que impedem que a germinação ocorra. Também pode ser caracterizada como profunda, quando o embrião não se desenvolve, produzindo plântulas anormais, ou não profunda, caso ele apresente algum tipo de desenvolvimento no qual o embrião se desenvolve de forma normal após excisão na semente (Baskin & Baskin, 2004). Já a dormência embrionária, ou morfológica, caracteriza-se por apresentar um embrião subdesenvolvido, porém ele não é dormente fisiologicamente, necessitando apenas do fator tempo para que seu processo de crescimento continue e possa germinar normalmente (Fenner & Thompson, 2005).

Além disso, pode-se classificar a dormência como primária (ou natural) ou secundária (induzida) (Benech-Arnold *et al.*, 2000). A primeira refere-se a características das sementes desenvolvidas ainda quando ligadas à planta-mãe e que persistem após desprendidas desta. Já a segunda diz respeito a um estado de dormência induzido em sementes não dormentes por condições de antagonismo à germinação, ou reintroduzida em sementes que possuíam dormência, porém esta já havia sido quebrada (Benech-Arnold *et al.*, 2000; Vivian, 2008).

Para Vivian (2008), a dormência física pode ser observada em sementes que têm como característica o grande tamanho, e a mais relevante soma das reservas para o processo de germinação fica no embrião. A impermeabilidade à água caracteriza esse tipo de dormência, onde o tegumento apresenta proteção de camadas de células simples ou duplas lignificadas, o que é muito comum na família *Fabaceae*.

5. REJEITO DE GARIMPO (“CURIMÃ”)

Objetivando mitigar os impactos causados ao meio ambiente, o setor mineral desenvolveu e adaptou novas técnicas que proporcionam ganhos ambientais. Dentre elas, estão a disposição segura e a valorização, seguidas do reaproveitamento de rejeitos (Matricardi *et al.*, 2020).

Segundo Benchimol-Barros *et al.* (2020), o curimã, na terminologia da ambiência do garimpo, é a terra que não tem mais serventia para o processo de extração de ouro, chamado também de “terra cega” e “onça”. Ainda, Robertson *et al.* (1985) e Aragão (2011) definem estéril como material composto por um ou mais minerais sem qualquer valor econômico, mas que precisam ser retirados, objetivando abrir caminho até o minério. Muitas vezes, esse material não é submetido a processos de beneficiamento; porém, a maioria dos dados disponíveis não considera características locais das lavras, tipos de garimpos e seus métodos para extração de minério (CETEM, 2001; Faria *et al.*, 2021).

De acordo com Gomes (2020), o conhecimento dos rejeitos viabiliza seu aproveitamento como subproduto na própria usina ou em outro segmento industrial, como construções civis, composições em argamassas, vidros, tintas, corretivos de solo, cimento, brita, pavimentações e outros. Alguns materiais que ocorrem naturalmente e acabam não sendo aproveitados na atividade mineradora, como solo, subsolo e rochas, os chamados “estéreis da mina”, podem vir a serem utilizados como substrato para produção de mudas (Silva *et al.*, 2004).

Em um estudo sobre germinação e desenvolvimento de pupunheira, Garcia (2009) demonstrou que o curimã, resíduo proveniente da mineração, pode ser empregado como componente do substrato utilizado no sistema produtivo de mudas da pupunheira, afirmando que a obtenção de material alternativo, de fácil disponibilidade e baixo custo, auxilia no aproveitamento de resíduos da garimpagem.

6. SUBSTRATO E LUMINOSIDADE NA PRODUÇÃO DE MUDAS

A promoção de indivíduos de maior qualidade está sujeita a diversos fatores primordiais: ambiente protegido, nível de sombreamento, recipiente que precisa garantir a adequada formação radicular, o crescimento regular, a nutrição das mudas e, por fim, a qualidade do substrato, que possui a função direta de suprir água nas sementes, proporcionar condições adequadas para germinação e, futuramente, contribuir para o bom desenvolvimento da planta (Costa *et al.*, 2015).

O substrato se popularizou no início dos anos 1980, após o surgimento de empresas que atuavam diretamente com a formulação deste, sendo que, até então, sua fabricação era realizada pelos próprios produtores, pessoas menos habilitadas, o que resultava em uma série de reclamações relacionadas à qualidade do produto, padronização e contaminação por patógenos (EMPBRAPA, 2020). Segundo Wendling *et al.* (2010), o substrato possui grande importância na germinação e crescimento da planta ao suprir suas necessidades nutricionais e de sustentação enquanto ela se encontra no viveiro.

Durante a fase de preparo do substrato, devem ser considerados aspectos quantitativos e qualitativos dos materiais utilizados, atentando-se para as suas propriedades físicas e visando à boa porosidade, disponibilidade de aquisição e liberação de nutrientes, ausência de organismos que possam prejudicar o desenvolvimento das plantas, teor de matéria orgânica e pH em níveis adequados. Tudo isso para que o material possa atuar no desenvolvimento da parte aérea, propiciar condições para o crescimento do sistema radicular e protegê-lo da desidratação ou danos mecânicos. Um substrato de má qualidade pode causar irregularidades na germinação, má formação das plantas, deficiência ou excesso de nutrientes (Lopes *et al.*, 2007; Lisboa *et al.*, 2012).

Na atividade de produção de mudas, outro fator que exerce grande influência é a luminosidade. Barbosa *et al.* (2015) destacam que, em ambientes naturais, nos quais o principal foco das espécies é a reprodução, para que seu ciclo de vida continue em novas gerações, muitos fatores são essenciais para que esse processo seja completo. A luz do sol é um dos principais, sendo extremamente significativa no desenvolvimento da estrutura da floresta e povoamentos florestais.

Segundo Cardoso e Costa (2012), a luz é um recurso que aprovisiona energia para a biossíntese de todas as moléculas orgânicas, e sua limitação no interior de uma comunidade vegetal pode provocar redução do crescimento e reprodução.

Para a germinação de sementes, é necessário considerar que cada espécie florestal apresenta comportamento variável à incidência de luz, o chamado fotoblastismo, classificando-se em fotoblásticas positivas (beneficiadas pela luz), fotoblásticas negativas (prejudicadas pela luz) e não fotoblásticas (que são indiferentes ou insensíveis à luz) (Gualtieri & Fanti, 2015). Para que haja processo germinativo, é necessário dispor de qualidade ideal de luz; através do fitocromo, as sementes são capazes de detectar o comprimento de onda de luz presente no ambiente e, assim, iniciar ou inibir a germinação (Peixoto *et al.*, 2018).

Taiz *et al.* (2017) afirmam que a capacidade das plantas de realizar conversão de energia fotossintética em cada ambiente é essencial para sua capacidade de se ajustar, sobreviver e se desenvolver no ambiente em que foram estabelecidas. Assim, como forma de adaptação, plantas que crescem em ambientes claros, frequentemente, apresentam características estruturais e químicas que reduzem a quantidade de luz que chega ao cloroplasto. Segundo Rêgo e Possamai (2006), o estudo das necessidades de iluminação de várias espécies em condições de viveiro emprega, de maneira frequente, o uso de telas do tipo "sombrite" como sombreamento artificial, pois pode proporcionar a gama de condições de luminosidade encontradas na natureza ao experimento, além de promover aclimação para mudas e possuir baixo custo (Fronza & Hamann, 2015).

7. JUSTIFICATIVA

A Amazônia brasileira experencia o desflorestamento há mais de 40 anos, passando por diversas atividades extrativas de alto impacto, e a mineração é um exemplo marcante. Desde os anos 1970, este setor adquiriu relevância econômica para o País, gerando investimentos em polos de crescimento na Amazônia. Porém, essa ação é capaz de proporcionar relevantes consequências sociais e ambientais nas regiões de implantação.

A atividade garimpeira, em grande parte, atua sob ilegalidade ou irregularidade operacional, trabalhista, mineral e ambiental. Mesmo algumas áreas possuindo características que as tornam passíveis de regularização, há casos também de instalações em áreas de proteção permanente ou protegidas, como as terras indígenas e Unidades de Conservação. Essas atividades de natureza ilegal resultam em consequências a curto e longo prazo, como a contaminação de populações por mercúrio, assoreamento dos rios, grilagem de terras, aumento da violência no seu entorno, o fortalecimento e aumento do desmatamento, que motivam um conjunto de problemas ambientais, como a extinção de espécies da fauna e flora, aceleração de mudanças climáticas locais e degradação de solos.

A atividade de garimpagem é pontual, porém avança de forma significativa sobre outras áreas, abandonando as anteriormente exploradas. Tais locais, de maneira geral, têm sua reabilitação natural impossibilitada, o que leva à necessidade de intervenções humanas para a condução dos processos de recuperação, considerando todos os impactos e benefícios trazidos. Para isso, é muito importante a implementação de projetos e técnicas que incentivem o engajamento e participação de comunidades, grandes e pequenos produtores.

No que diz respeito ao desenvolvimento de técnicas para recuperar áreas degradadas, a produção de mudas de espécies florestais nativas para plantio se mostra extremamente eficiente, contando com maior capacidade de adaptação ao solo e clima locais, atraindo a fauna, além de possibilitar que outras espécies possam se desenvolver ao longo do tempo. Para isso, o entendimento das melhores condições para germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas dessas espécies é imprescindível.

Além disso, quando se pretende reabilitar esse tipo de área inóspita, faz-se necessário entender também a performance destas plantas quando semeadas nesse material deixado nos garimpos abandonados, buscando sempre otimizar os custos e facilitar a recuperação de áreas impactadas por essa atividade.

8. OBJETIVO GERAL

Avaliar a germinação e o crescimento de plântulas de *Parkia multijuga Benth.* submetidas a diferentes tipos de quebra de dormência, temperaturas, níveis de luminosidade e concentrações de rejeito de garimpo, em ambientes de laboratório e viveiro de produção de mudas de espécies florestais.

8.1 Objetivos específicos

- Avaliar os parâmetros de germinação em laboratório sob duas temperaturas e quatro tratamentos pré-germinativos diferentes;
- Identificar a porcentagem de germinação em cada tratamento pré-germinativo;
- Mensurar o índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de emergência (PE) das plântulas;
- Analisar parâmetros morfológicos das plântulas;
- Identificar a taxa de germinação em cada porcentagem de curimã em viveiro;
- Mensurar o índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) das plântulas em cada tipo de substrato;
- Determinar o índice de mortalidade e sobrevivência das plântulas nos substratos durante o período observado.

É importante destacar que esta dissertação se divide em dois capítulos. O primeiro aborda o trabalho feito em laboratório, onde se estudou a germinação da espécie *P. multijuga* submetida a diferentes tipos de quebra de dormência e temperaturas em ambiente controlado. Já o segundo se refere ao experimento conduzido em condições de viveiro florestal examinando-se o potencial de germinação da espécie e crescimento de plântulas utilizando diferentes porcentagens de rejeito de garimpo (curimã) incorporado ao substrato usual do viveiro. Além disso, avalia os efeitos das condições de luminosidade nas variáveis germinativas e de crescimento.

9. REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, G. A. S.; OLIVEIRA FILHO, W. L. D. E. Classificação de pilhas de estéril na mineração de ferro. **Revista Escola De Minas**, v. 64, n. 2, 193–198. 2011.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 11.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 320 p., ISBN 11. ed (BG – 6).
- BASTIEN-HENRI, S.; PARK, A.; ASHTON, M.; MESSIER, C. Biomass distribution among tropical tree species grown under differing regional climates. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 260, p. 403 - 410, 2010.
- ARAÚJO, M. M., et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em floresta estacional decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Florestalis**, v. 1, n. 66, p. 128-141, 2004.
- BARBOSA L.M.; SHIRASUNA, R.T.; LIMA, F.C.; ORTIZ, P.R.T. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. In: Simpósio de Restauração Ecológica, 6, 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, p.303-436. 2015.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**. v. 14, 16 p. 2004.
- BENCHIMOL-BARROS, S. H. et al. Especificidades terminológicas da ambiência do garimpo: contribuições aos estudos da tradução intralingual. **Revista Moara**, v.1, n. 57, p. 252-272, ago-dez 2020.
- BENECH-ARNOLD, R. L. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Res.**, v. 67, n. 2, p. 105-122, 2000.
- BRACCINI, A. L. Banco de sementes e mecanismo de dormência em sementes de plantas daninhas. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Cap. 2, 37-66 p. 2011.
- BRANDT MEIO AMBIENTE. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA Projeto Tocantinzinho: mineração de ouro**. 1203 p. 2011.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 19 fev. 2023
- BRASIL. Constituição (2018). Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. **Regulamenta O Decreto-Lei Nº 227, de 28 de Fevereiro de 1967, A Lei Nº 6.567, de 24 de Setembro de 1978, A Lei Nº 7.805, de 18 de Julho de 1989, e A Lei Nº 13.575, de 26 de Dezembro de 2017**. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9406.htm#art83>. Acesso em: 19 fev. 2023.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Dá Nova Redação Ao Decreto-Lei Nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940**. (Código de Minas). Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm>. Acesso em: 18 fev. 2023.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo das florestas nacionais de Itaituba I e Itaituba II**. Itaituba-PA. 2014.

BRASIL. Lei nº 11.685, de 2 de junho de 2008. **Institui O Estatuto do Garimpeiro e Dá Outras Providências**. Brasília. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111685.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.685%2C%20DE%20Garimp%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs&text=Art.,e%20deveres%20assegurados%20aos%20garimpeiros.>. Acesso em: 19 fev. 2023.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral (1973-1987). **Projeto Radambrasil**. Levantamento de recursos naturais. 34 vols. Rio de Janeiro.

CARDOSO, V. J. M.; COSTA, F. A. P. L. Por que as plantas transpiram? **Naturalia**, v. 35, p. 1-6, 2012.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; IMAKAWA, A. M. Rehabilitation of Degraded Areas of Central Amazonia Using Direct Sowing of Forest Tree Seeds. **Restoration Ecology**, v. 10, n. 4, p. 636-644, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Faveira-Benguê *Parkia multijuga***. Embrapa: Colombo, PR. 2009 (comunicado técnico, nº 227).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v.2. EMBRAPA – Informação Tecnológica, Brasília. 2006.

CLAM MEIO AMBIENTE. **Estudo adicional de caracterização da vegetação visando a obtenção de autorização para supressão de vegetação (ASV) para implantação do projeto Tocantinzinho, adequação da área diretamente afetada., município de Itaituba, Pará**. 290 p. 2022b.

CLAM MEIO AMBIENTE. **Projeto de recuperação de áreas degradadas para cumprimento de escopo de condicionante em áreas do projeto Tocantinzinho, município de Itaituba, Pará**. 68 p. 2022a.

Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, 2001. **Usinas de beneficiamento de minérios do Brasil**. Sampaio, J. A.; LUZ, A. B.; LINS, F. F. (ed.) Rio de Janeiro, CETEM/MCT. 398 p.

CNMP – CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Gestão de Resíduos em Atividades Minerárias. Minas Gerais**. 28 p. 2021. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/CMA/links/mineracao/Hiperlink_03_-_Apendice_IV_Gestao_de_Residuos_em_Atividades_Mineras_Assinado.pdf

COSTA, K. C. P.; FERRAZ, J. B. S.; BASTOS, R. P.; PEREIRA, M. J. REIS, T. S.; TRINDADE, A. S.; GUIMARÃES, G. P. Estoques de biomassa e nutrientes em três espécies de *parkia* em plantios jovens sobre área degradada na Amazônia central. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, p. 637 - 646, 2014.

COSTA, E. et al. Telas de Sombreamento e Substratos na Produção de Mudanças de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n. 3, p. 416-425. 2015.

DANTAS, B. F.; ALVES, E.; ARAGÃO, C. A.; RODRIGUES, J. D.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Superação da dormência de sementes de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (link.) Hitchc.) Com cianeto de potássio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 239-244, 2000.

ENRIQUÉZ, M. A. R. S., Mineração e desenvolvimento sustentável - é possível conciliar? **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**. v. 12, p. 51-66, 2009.

ERNST, K. **What is gold bullion?** 2023. Disponível em: <<https://www.cbsnews.com/news/what-is-gold-bullion/>>. Acesso em: 28 jan. 2024.

FARIAS, Carlos E. G. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. 2002. 40 pg.

FARIA, G. H. C. .; TEIXEIRA, R. L. P. .; SHITSUKA, R.; GOUVEIA, L. L. A. Potencial de atuação da engenharia nos rejeitos sólidos de mineração no Brasil. **Revista de Casos e Consultoria**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. e24041, 2021.

FENNER, M.; THOMPSON, K. The ecology of seeds. **Cambridge University Press**, Cambridge. 2005.

FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, F. de C.; FERRAZ, J. B. S. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira-da-amazônia em área degradada e submetida à adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 22, p. 393 - 401, 2012.

FERREIRA, G. **Dormência de sementes: provocações e reflexões**. Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP. 2022, 179 p.

FERRETTI, A.R. Fundamentos Ecológicos para o Planejamento da Restauração Florestal. In: Galvão, A.P.M. & Medeiros, A.C.S. (Eds.). **Restauração da Mata Atlântica em Áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 21-27. 2002.

FONSECA, P; MOLLO, M. Metalistas x papelistas: origens teóricas e antecedentes do debate entre monetaristas e desenvolvimentistas. **Revista Nova Economia**. Belo Horizonte, v.22, n°2, p.203-233, 2012.

FONSECA, D. R.; ABREU, C. A. A. **Dormência de sementes: tipos, importância e fatores que à afetam**. XIII Feira de Sementes Nativas e Crioulas e Produtos Agroecológicos. Juti, 25 p. 2017.

FRONZA, D. HAMANN, J. J. **Viveiros e propagação de mudas**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 142 p. 2015.

GARCIA, V. A.; MODOLO, V. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; TUCCI, M. L. S.; ERISMANN, N. M.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) utilizando resíduo de mineração de areia como componente de substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 445-455, 2012.

GOMES, M. S. **Reaproveitamento de rejeitos na mineração**. Geoscan. 21 dez. 2020. Disponível em: <https://www.geoscan.com.br/blog/reaproveitamento-de-rejeitos-na-mineracao/>

GUALTIERI, S.C.J.; FANTI, S.C. **Ecofisiologia da germinação de sementes**. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. (Org.). Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção. Paraná: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes – ABRATES, p.259-275, 2015.

IBRAM. **Setor Mineral**. 2021. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2021/02/PDF_DADOS_1oTRIM20_16ABR20_FINAL-1.pdf. Acesso em: 18 fev. 2023.

LISBOA, A. C. et al. Efeito do Volume de Tubetes na Produção de Mudanças de *Calophyllum brasiliense* e *Toonaciliata*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2008.

LOPES, J. L. W.; BOARO, C. S. F.; PERES, M. R.; GUIMARÃES, V. F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Revista Biotemas**. 2007. p.19-25.

MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D. L.; COSTA, O. B. PEDOWSKI, M. A.; DAMEK, J. H. MIGUEL, E. P. Long-term forest degradation surpasses deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**. v. 369, n. 6509, p. 1378-1382, 2020.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 660 p. 2015.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 24, n. Estud. av., 2010 24(68), 2010.

MEDEIROS, J. X. D. et al. **Morfologia da germinação de sementes de Senna cana (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby**. Nativa, Sinop, v. 7, n. 6, p. 784-788, 2019.

MELO, M. G. C. et al. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia* Spp. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 533-542, 2011.

MELLO, J. W. V.; ABRAHÃO, W. A. P. Geoquímica da drenagem ácida. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de (Org.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: SBRAD, 1998. p.46-57.

MIRANDA, J. G. **Mato Grosso: A produção de ouro de origem garimpeira**. Brasil Mineral (São Paulo), São Paulo, v. 156, p. 151-156, 1997.

NUNES, J. S.; KNOECHELMANN, C. M.; MELLO, A. H.; SANTOS, R. N. E.; PINHEIRO, A. V. R. Avaliação de emergência do favão (*Parkia multijuga*) para reabilitação em áreas impactadas por extração de argila. **Agroecossistemas**, v. 2, n. 1, p. 18-21, 2010.

OLIVEIRA, L. C.; HOPKINS, M. *Parkia* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2023. Disponível em: < <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23108> >. Acesso em: 20 fev. 2023.

OLIVEIRA, L. C.; HOPKINS, M. 2020. **Parkia in Flores do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora. Acesso em: 23 nov. 2023.

OLIVEIRA, J. E. **Garimpo ilegal, como funciona e quais são os impactos desse crime?**. Greenpeace. Manaus, AM. março, 2023. Disponível em: greenpeace.org/brasil/blog/garimpo-ilegal-e-seus-impactos.

PEIXOTO, P.H.P.; PIMENTA, M.R.; REIS, L.B. **Fisiologia vegetal: uma abordagem prática em multimídia**. Lavras: FAPEMIG. Universidade Federal de Lavras. 95 p. 2018.

PEGORIN, P.; SERAPHIM, R. G.; FERREIRA, G. Histórico e classificação da dormência: a grande polêmica *In*: FERREIRA, G. **Dormência de sementes: provocações e reflexões**. Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP. 2022, 179 p.

PIRES, T. B.; PIERANGELI, M. A. P. Composição florística e fertilidade do solo no garimpo de ouro da Lavrinha, Pontes e Lacerda, MT, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 239-254, 2011.

POLETO, C. **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 354p.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: **AGIPLAN**, 1977, 289 p.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.53, p.179-194, 2006.

RIBEIRO, A. I.; LONGO, R. M.; TEIXEIRA FILHO, A.; MELO, W. J. Diagnóstico de uma área compactada por atividade mineraria, na Floresta Amazônica, empregando métodos geoestatísticos à variável resistência mecânica à penetração do solo. **Rev. Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 83-90, 2006.

RIBEIRO, B. F. **Minérios e ambiente**. Campinas: Editora Unicamp. Mineração: Efeitos no meio ambiente e saúde humana. Cap. 18, p.325-339. 2000.

ROBERTSON, A.; MACG.; STEFFEN & KIRSTEN. **Mine Waste Disposal: An Update on Geotechnical and Geohydrological Aspects**. Vancouver, Canadá, 1985.

RODRIGUES-FILHO, J. et al. **Dormancy in Seeds of Brazilian Cerrado and Dense Ombrophilous Forest**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Biodiversidade Brasileira, v. 13, n. 2, 20 p. 2023.

SALOMÃO, R. P.; BRIENZA JÚNIOR, S.; ROSA, N. A. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 1-24, 2014.

SANTOS JR.; U. M. dos; GONÇALVES, J. F. de C.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 226, p. 299 - 309, 2006.

SILVA, S. R., S. O. PROCÓPIO, T. F. N. QUEIROZ & L. E. DIAS. Caracterização de rejeito de mineração de ouro para avaliação de solubilização de metais pesados e arsênio e revegetação local. **Rev. Bras. Ci. Solo**, 28 (1): 189-196. 2004.

SILVA, João P. S. Impactos Ambientais Causados por Mineração. **Revista Espaço da Sophia**. Nº 8, mensal. Ano I, 2007. 13 pg.

SILVA, I. A., CAMPAGNA, A. R.; LIPP-NISSINEN, K. H. Recuperação de áreas degradadas por mineração: uma revisão de métodos recomendados para garimpos. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 45: e0691. 2018.

SON, Y.; PARK, I. H.; YI, M. J.; JIN, H. O.; KIM, D. Y.; KIM, R. H.; HWANG, J. O. Biomass, production and nutrient distribution of a natural oak forest in central Korea. **Ecological Research**, Nanjing, v. 19, p. 21 - 28, 2004.

SOUZA, T V.; TORRES, I. C.; STEINER, N.; PAULILO, M. T. S. Seed dormancy in tree species of the Tropical Brazilian Atlantic Forest and its relationships with seed traits and environmental conditions. **Braz. J. Bot**, V. 37, n. 4, p. 4-25, 2015.

CARVALHO, J. S. B.; COSTA E. N.; PAMPLONA, A. L. Q.; CHAGAS, C. T. G.; QUADROS, B, R. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Parkia multijuga Benth.* **Revista Cultivando o Saber**. v. 10, n. 3, p. 88-95, 2017.

SOUZA, C. H. L. A Trajetória da Força de Trabalho no Sudeste Paraense: de agricultores migrantes a garimpeiros, de garimpeiros a posseiros, a excluídos, a Sem Terra. **Anais**, p. 1-21, 2016.

SOUSA, R. N.; VEIGA, M. M. “Garimpo Canaan : A Successful Case of Reclamation of an Artisanal Gold Mine in the Amazon.” C. **British Columbia Mine Reclamation Symposium**. 2008. Accessed February 20, 2023. <https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/59367/items/1.0042544>.

SOUZA, A. P. B; PEDROSA, A. S; PINHEIRO, I. F. S; SANTOS, M. L. S. Avaliação de Impactos Ambientais Através da Percepção de Trabalhadores de uma Empresa Mineradora: Um Estudo de Caso no Município de Pedra Lavrada – PB. **Qualitas Revista Eletrônica**, vol.9, n.2, 2010.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Artmed, 6ª Ed. 858 p. 2017.

UN. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em 24 jan. 2022.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. 2011. **EIA Technical Review Guideline: Non-Metal and Metal Mining**. v 1. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/60001TYG.PDF?Dockkey=60001TYG.PDF>. Acesso em: 19 fev. 2023

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124 p.

VEGIS, A. Dormancy in higher plants. **Annual review of plant physiology**, v. 15, n. 1, p. 185-224, 1964.

VIVIAN, R. et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – Breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

VIVODA, V.; KEMP, D. How do national mining industry associations compare on sustainable development? **The Extractive Industries And Society**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 22-28, jan. 2019.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de Mudanças de Eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 184 p.

YADA, M. M.; MINGOTTE, F. L. C.; MELO, W. J.; MELO, G. P.; MELO, V. P.; LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. Í. Atributos Químicos e Bioquímicos em Solos Degradados por Mineração de Estanho e em Fase de Recuperação em Ecossistema Amazônico. **Revista Brasileira De Ciência Do Solo**, v. 39, n. 3, 714–724. 2015.

CAPÍTULO I

GERMINAÇÃO E MORFOMETRIA DE SEMENTES DE *Parkia multijuga Benth.* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E TRATAMENTOS PARA QUEBRA DE DORMÊNCIA

RESUMO

O potencial produtivo de sementes pode ser avaliado a partir de diversos estudos. Um comumente utilizado é o teste de germinação sob condições controladas que avalia os processos fisiológicos e bioquímicos germinativos. O estudo objetiva avaliar a influência das diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de dormência na germinação de sementes, emergência e parâmetros de avaliação de qualidade de plântulas de faveira vermelha (*P. multijuga* Benth.) em condições de laboratório. O experimento foi realizado no Laboratório de Ciências Ambientais do IFMG. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 2 temperaturas de 4 repetições com 12 sementes cada um. Os tratamentos consistiram em testemunha, imersão em ácido sulfúrico, imersão em solução de soda cáustica, escarificação com lixa e desponte, e temperaturas de 25°C e 30°C. Conforme os resultados, foi evidenciando que a escarificação com lixa proporcionou maior porcentagem de germinação para as duas temperaturas estudadas; o tratamento com ácido sulfúrico apresentou as maiores médias para matéria seca de parte aérea e raiz. A quebra de dormência, a partir da escarificação com lixa e o desponte, é acessível a todos os públicos, pois sua aplicação não exige maior qualificação, possui baixo custo e entrega bons resultados germinativos. Além disso, podem-se utilizar ambas as temperaturas (25 e 30°C) para germinação da espécie.

Palavras-chave: Amazônia. Sementes florestais. Emergência.

1. INTRODUÇÃO

Para avaliar o potencial de produção de mudas de uma espécie, pode-se lançar mão de vários estudos, sendo o teste de germinação sob condições controladas um dos mais comumente utilizados.

No que concerne à germinação de sementes, é fato que uma série de processos fisiológicos e bioquímicos está envolvida. Como as espécies respondem diferentemente a diversas variáveis, incluindo dormência, viabilidade, condições naturais, envolvendo água, luz, temperatura, ar e o tipo de substrato utilizado, é fundamental entender as circunstâncias nos

estudos de sementes de essências florestais (Gonçalves *et al.*, 2020; Carvalho & Nakagawa, 2012). Ainda quanto à questão, Duarte *et al.* (2015) afirmam que estudos de germinação, realizados em laboratório em condições controladas, podem ser utilizados para avaliar a capacidade germinativa das sementes. Assim, por meio desses testes, é possível avaliar a viabilidade e o vigor de diversas variedades de sementes, sendo a temperatura e o substrato considerados elementos fundamentais para a realização de estudos de germinação (BRASIL, 2009).

Com relação à luminosidade, Taiz *et al.* (2017) afirmam que a capacidade das plantas de realizar conversão de energia fotossintética em cada ambiente é essencial para sua capacidade de se ajustar, sobreviver e se desenvolver no ambiente em que foram estabelecidas. Assim, como forma de adaptação, plantas que crescem em ambientes claros, frequentemente, apresentam características estruturais e químicas que reduzem a quantidade de luz que chega ao cloroplasto. De acordo com as espécies, a sensibilidade das sementes à luz varia bastante. Algumas têm influência positiva; outras, negativa; e outras, ainda, são indiferentes à quantidade de luz que chega até sua semente (Gonçalves; Gomes; Guilherme, 2006).

Para sementes que possuem dormência física, os tratamentos com êxito mais empregados para superá-la são os térmicos, com uso de temperaturas elevadas, favorecendo a permeabilidade; escarificação química, utilizando ácido sulfúrico; e escarificação mecânica, que representa uma opção prática e segura de reprodução, por sua simplicidade e promoção de uma taxa de germinação uniforme (Hermansen *et al.*, 2000; Perez, 2004; Lopes *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2008).

Para desenvolvimento do presente trabalho, algumas perguntas motivaram e foram direcionadoras:

- As sementes de *Parkia multijuga Benth.* apresentam diferenças significativas nos parâmetros de análises de sementes sob diferentes temperaturas? Se sim, qual apresenta melhores resultados?
- Existe algum tratamento para quebra de dormência que se mostre mais eficaz?
- Existe diferença entre os parâmetros morfológicos das plântulas sob as temperaturas e tratamentos pré-germinativos diversos?

A partir das perguntas motrizes, foi elaborada a seguinte hipótese a ser testada: “existe influência das diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de dormência na germinação

de sementes, emergência e parâmetros de avaliação de qualidade de plântulas de faveira vermelha.”

2. OBJETIVO

Avaliar a influência das diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de dormência na germinação de sementes, emergência e parâmetros de avaliação de qualidade de plântulas de faveira vermelha (*P. multijuga Benth.*) em condições de laboratório.

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar os parâmetros de germinação em laboratório sob duas temperaturas e quatro tratamentos pré-germinativos diferentes;
- Identificar a porcentagem de germinação em cada tratamento pré-germinativo;
- Mensurar o índice de velocidade de germinação (IVG);
- Medir massas fresca e seca de parte aérea (MFPA e MSPA) e de raiz (MFR e MSR) das plântulas;
- Analisar parâmetros morfológicos das plântulas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local de experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Ciências Ambientais, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG, *campus* de Santa Luzia.

3.2 Coleta, beneficiamento e armazenamento do material vegetal

As sementes foram provenientes das atividades de resgate de flora, atualmente em curso no projeto Tocantinzinho, Itaituba, PA. Nos meses de setembro e outubro de 2022, a equipe de campo coletou frutos de três matrizes diferentes, que foram acondicionados em sacos de ráfia e armazenados em container sob temperatura ambiente.

No mês de janeiro de 2023, os frutos foram submetidos a seleção prévia, objetivando dispor apenas de vagens que não apresentavam ataque de brocas, podridão ou fungos e, assim, iniciar a fase de beneficiamento, que foi feito de forma manual, mediante a abertura das vagens com o auxílio de martelo para a retirada das sementes.

Após o beneficiamento, utilizando-se de uma flanela, as sementes foram limpas para a retirada de brocas, pó residual do fruto ou de outras sementes, e dispostas à sombra. Em seguida, foram submetidas à triagem, a fim de verificar sua integridade. Ao total, foram beneficiadas 2.320 sementes, porém parte do lote foi descartada em consequência de ataques de fungos e broca. O material remanescente foi acomodado em saco de ráfia e novamente armazenado em container sob temperatura ambiente.

Em junho de 2023, para a realização das análises, as sementes foram novamente separadas em: intactas e atacadas por bruquídeos ou fungos. Apenas sementes intactas constituíram o lote representativo para conduzir o experimento; o material residual foi descartado.

3.3 Caracterização física das sementes

3.3.1 Biometria

As características morfológicas foram avaliadas por meio de uma amostragem aleatória de 100 sementes, utilizando-se um paquímetro digital (com precisão de 0,01mm) para obter valores de: comprimento - mensurado do ápice à base; largura - mensurada na região mediana; espessura - mensurada na região mediana, entre as faces superior e inferior da semente; e massa fresca das sementes (BRASIL, 2009).

3.3.2 Peso de mil sementes

Para a realização do cálculo do Peso de Mil Sementes (PMS), utilizou-se uma amostra de oito repetições de 100 sementes, em que o resultado do PMS é obtido por meio da multiplicação do peso médio das repetições de 100 sementes por 10, seguindo-se a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009; Carvalho *et al.*, 2017).

3.3.3 Grau de umidade

Objetivando determinar a umidade, foi realizado o método de estufa conforme as Regras para Análise de Sementes, com 4 repetições de 10 sementes inteiras a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas (BRASIL, 2009). Seguidas de secagem, as sementes foram retiradas da estufa e pesadas em balança analítica de precisão (0,001g). A umidade foi calculada com base na seguinte fórmula: % de Umidade (U) = $\frac{100(P-p)}{P-t}$

Para efeito de aplicação da equação:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

3.4 Instalação do experimento

Para as análises em laboratório, foram estabelecidos os seguintes tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos utilizados para quebra de dormência de *P. multijuga*.

Testemunha	Sementes sem tratamento prévio
Escarificação Física	Lixa (tipo 60 para madeira) e imersão em água durante quatro horas (Pelissari <i>et al.</i> , 2013). Desponte – no qual foi feito um pequeno corte no lado oposto à emissão da raiz, evitando danos ao embrião. Após essa etapa, as sementes foram submersas em água por 10 horas (Melo <i>et al.</i> , 2011).
Escarificação química	Imersão em solução de hidróxido de sódio* (NaOH) a 20% durante 15 minutos (Araújo <i>et al.</i> , 2013). Imersão em ácido sulfúrico* (H ₂ SO ₄) concentrado por 16 minutos (Bianchetti <i>et al.</i> , 1998).

* As sementes imersas em ácido sulfúrico e hidróxido de sódio foram submetidas à lavagem em água corrente por 12 minutos para retirada do excesso de reagentes aderidos à sua superfície.

Aplicados os tratamentos, as sementes foram submetidas à assepsia em solução de hipoclorito de sódio (2,5%) durante 5 minutos, seguida de lavagem em água destilada.

Em seguida, foi realizada a semeadura, de forma equidistante, em caixas tipo gerbox contendo papel germitest embebido com 5 ml de água destilada, as quais foram levadas a dois germinadores com temperaturas de 25°C e 30°C, ambos com fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009; Rocha *et al.*, 2014).

3.4.1 Delineamento experimental, coleta e análise de dados

O experimento foi estabelecido em um esquema fatorial 5 x 2 (5 tratamentos e 2 condições de temperatura), com um total de 40 unidades experimentais de 4 repetições com 12 sementes cada, em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

Realizou-se a avaliação diariamente, sendo adotado como critério de germinação da semente a partir da emissão de 2 mm de radícula (Schimpl, 2010). Obtidos os dados,

calculou-se o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, até a última contagem;

N1, N2..., Nn = número de dias da semeadura, do primeiro até o último.

Em consonância, foi calculado o Tempo Médio de Germinação (TMG) segundo a fórmula de Labouriau (1983): $TMG: \Sigma(ni \cdot ti) / \Sigma ni$

Onde:

TMG: tempo médio de germinação em dias;

ni: número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

ti = tempo decorrido entre o início da germinação e a i-ésima contagem.

Também foi calculado o índice de Sincronismo, de acordo com Labouriau & Pacheco (1978):

$$S = \sum_{i=1}^k fi \cdot \log_2 \cdot fi$$

em que S = Sincronização informacional; fi = frequência relativa de germinação \log_2 = logaritmo na base 2.

Após 28 dias em germinadores, as reservas cotiledonares foram retiradas, e as plantas, separadas em duas partes, sendo a parte aérea e sistema radicular, ambas devidamente identificadas. Na sequência, procedeu-se à obtenção dos seguintes parâmetros: diâmetro de coleto (DC), obtido com uso de um paquímetro com divisão em milímetros; altura da parte aérea (H), determinada a partir do coleto da plântula até a inserção da última folha completamente desenvolvida; e comprimento de radícula (CR), medindo-se a partir do coleto até o final da raiz principal. Os dois últimos parâmetros foram alcançados com o auxílio de uma régua graduada em centímetros.

Após a obtenção dos resultados dos parâmetros anteriores, as partes separadas e identificadas das plântulas tiveram suas massas medidas em balança digital com três casas decimais, da marca Marte, modelo AD430, obtendo-se o resultado da massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da radícula (MFR). A partir daí, para a obtenção da massa seca

da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSR), todo o material foi levado à estufa de secagem da marca SOLAB, Modelo SL-100, a 80 °C, por 48 horas. Depois, foi pesado novamente na mesma balança de precisão, gerando, também, o valor de massa seca total (MST), através da soma das duas massas anteriores, tornando possível obter a relação entre a matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes, expressa por MSAP/MSR (Vieira; Carvalho, 1994; Ferreira; Borghetti, 2004).

Para análise de dados, os valores obtidos dos diferentes tratamentos foram submetidos à ANOVA, posteriormente a uma verificação das pressuposições de Bartlett e Kolmogorov-Smirnov. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biometria de *Parkia multijuga Benth.*

No que se refere às análises físicas das sementes de *P. multijuga Benth.*, obteve-se, primeiramente, o peso de mil sementes, com resultado de 6,402 g, e o teor de umidade, que atingiu 4,90%, diferindo dos resultados descritos por Souza (2019), em que o peso de mil sementes foi de 4,058 g, e a umidade, 7,23%. Silva *et al.* (2017) afirmam que a massa das sementes pode ser considerada indicador de qualidade fisiológica. Para os autores, sementes mais pesadas possuem capacidade de apresentar maior vigor durante o período de germinação.

Os dados biométricos demonstraram que as sementes possuem formato elipsoidal e são grandes quando comparadas a outras do mesmo gênero, como a *Parkia pendula* (Willd.) *Benth.* no estudo de Camara *et al.* (2008), que constataram o comprimento para a espécie entre 16 mm e 24 mm. Entretanto, Costa *et al.* (2014) observaram para *Parkia multijuga* médias de comprimento em 46,37 mm, largura de 11,80 mm e espessura de 8,33 mm, valores inferiores aos observados neste estudo, conforme Tabela 2. Para Silva (2015) e Dutra *et al.* (2017), o tamanho é a característica que possui maior variabilidade em um lote de sementes, sendo que, para espécies florestais, é comum a diversidade genética e, ainda, na mesma espécie, é possível ocorrer variações individuais influenciadas por fatores bióticos e abióticos durante o processo de formação dos frutos e sementes.

Tabela 2. Caracterização biométrica em sementes de *Parkia multijuga Benth.*

	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Média	54,51	14,54	11,73
Máximo	65,97	20,14	14,65
Mínimo	43,00	8,74	9,82
Desvio Padrão	3,94	1,20	0,94
CV (%)	7,24	8,14	7,98

4.2 Germinação de sementes

A germinação das sementes de *P. multijuga* do tratamento testemunha, sob a temperatura de 25 °C, iniciou seis dias após a semeadura; as submetidas à escarificação mecânica e hidróxido de sódio (NaOH) começaram a germinar após três dias; e as tratadas com ácido sulfúrico (H₂SO₄) e desponte, depois de seis dias. As sementes do tratamento testemunha mantidas à temperatura de 30 °C não germinaram. As tratadas com H₂SO₄ e NaOH germinaram após cinco dias, e as com desponte e escarificadas, após o sexto dia da semeadura.

Com base na análise de variância, houve interação entre os tratamentos. O percentual de germinação foi diretamente influenciado pela temperatura, e os tratamentos utilizados para a quebra de dormência das sementes da faveira vermelha apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$).

O tratamento que proporcionou o maior percentual de germinação foi o de escarificação em lixa, para ambas as temperaturas, sendo que os propágulos mantidos sob 30 °C apresentaram a maior média (97,2%), e a 25 °C, alcançaram 91,67% nesse parâmetro, seguido do desponte, que atingiu 56% a 25 °C, e 77%, a 30 °C (Tabela 3). O êxito nos tratamentos aplicados pode ser explicado em consequência do rompimento do tegumento, que possibilitou a entrada de água e trocas gasosas do embrião com o meio externo, garantindo maior porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG).

Tabela 3. Estatística descritiva da porcentagem de germinação para variáveis de temperatura e tratamentos de *P. multijuga* Benth.

Temperatura	Tratamentos	Parâmetros (%)				
		Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
25 °C	Testemunha	4,12	4,12	8,40	0,00	5,20
	Desponte	56,25	58,33	66,67	41,67	10,49
	Escarificação	85,42	83,33	91,67	83,33	4,17
	H ₂ SO ₄	47,92	50,00	58,33	33,33	12,50
	NaOH	6,25	4,17	16,67	0,00	7,98
30 °C	Testemunha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desponte	77,08	75,00	100,00	58,33	17,18
	Escarificação	97,92	100,00	100,00	91,67	4,17
	H ₂ SO ₄	33,33	33,33	41,67	25,00	6,80
	NaOH	4,17	4,17	8,33	0,00	4,81

Carvalho *et al.* (2017) atingiram resultados superiores para emergências de plântulas de *P. multijuga* imersas em ácido sulfúrico por 16 minutos (72%), e inferiores para escarificação mecânica (68%). No entanto, Pelissari *et al.* (2013), ao estudarem a interação tratamento e temperatura nas espécies *P. multijuga*, *P. platycephala* e *P. pendula*, obtiveram resultados semelhantes para *P. multijuga* nos tratamentos de escarificação mecânica mais imersão em água por 24 horas (94,1%), escarificação mecânica (88,7%) e imersão em ácido sulfúrico durante 10 minutos (94,1%) em temperaturas de 25-30°C. Tais resultados indicam que pode haver uma combinação de fatores ideais para *P. multijuga*. As duas outras espécies do mesmo gênero, *P. platycephala* e *P. pendula*, também denotaram interações significativas entre todas as condições analisadas.

As sementes que não foram submetidas a nenhum tratamento para quebra de dormência, bem como as que receberam hidróxido de sódio (NaOH) em pré-semeadura, apresentaram os menores percentuais de germinação, ressaltando que as testemunhas mantidas a 30 °C não germinaram (Figura 1), demonstrando que a espécie possui particularidades que podem alterar sua capacidade de germinação a depender da combinação de fatores.

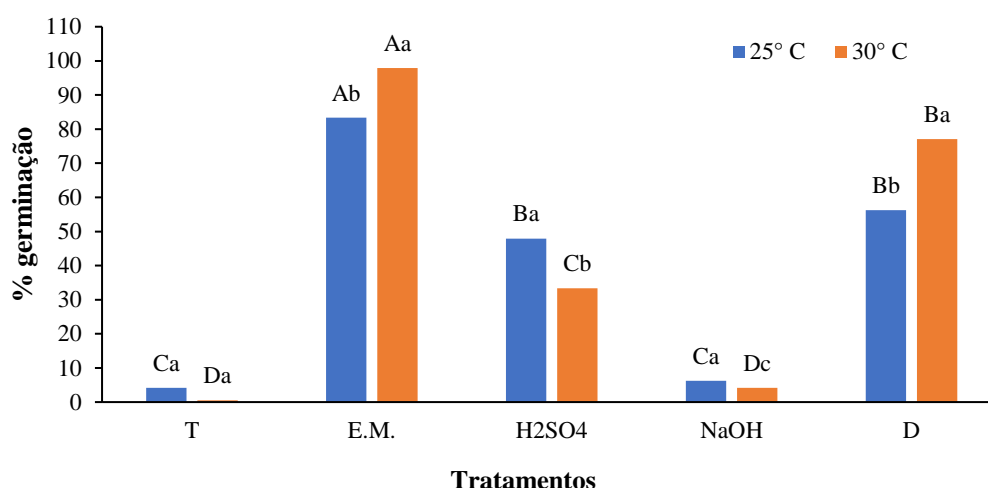


Figura 1. Percentual de germinação de sementes de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação

T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Muitos autores caracterizam o emprego de tratamentos físicos como eficaz e de fácil reprodução para quebra de dormência, uma vez que facilitam as trocas gasosas e a embebição dos cotilédones. Perez, Fanti e Casali (1999) apontaram a eficiência do uso de lixa para escarificar envoltório de *Peltophrum dubium*, com a obtenção de resultados expressivos para porcentagem de germinação, velocidade de embebição e germinação e sincronismo. Oliveira *et al.* (2012), por sua vez, obtiveram os maiores valores percentuais para germinação de *P. gigantocarp*. Já para as sementes de *P. multijuga*, o uso da escarificação mecânica atingiu uma taxa de emergência em 100% (Nunes *et al.*, 2010).

Apesar dos resultados positivos em testes de germinação com o emprego de ácidos, para muitos autores, é necessário que se considere o grau de periculosidade desses produtos quando da decisão do método a ser empregado para a quebra de dormência, principalmente, quando é demandado o uso de fórmulas com maior concentração. Isso porque, em caso de acidentes, podem causar graves queimaduras, originar resíduos poluentes, além de possuir custo elevado, o que torna pouco recomendável sua aplicação comercial (Pacheco; Matos, 2009; Ferreira; Borghetti, 2004).

O índice de velocidade de germinação (IVG) não foi influenciado pela temperatura ($p > 0,05$) intraprocedimentos, enquanto os diferentes tratamentos utilizados para a quebra de dormência das sementes de *P. multijuga* apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$).

Os maiores IVGs foram encontrados no tratamento de escarificação mecânica (E.M.) para a temperatura de 25 °C (Tabela 4). Já o desponte (D) e E.M. foram os procedimentos que se destacaram sob 30 °C, sendo que a maior média foi encontrada à temperatura de 25 °C, atingindo 1,15 neste tratamento, apesar de não se diferenciar das sementes com E.M. sob 30 °C. Nakagawa (1999) afirma que, quanto maior o IVG, maior a velocidade de germinação, permitindo concluir que mais vigoroso é o lote de sementes.

Tabela 4. Estatística descritiva do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para variáveis de temperatura e tratamentos de *P. multijuga*.

Temperatura	Tratamentos	Parâmetros				
		Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
25 °C	Testemunha	0,06	0,04	0,17	0,00	0,08
	Desponte	0,77	0,78	0,95	0,56	0,16
	Escarificação	1,17	1,12	1,42	1,01	0,18
	H ₂ SO ₄	0,66	0,68	0,93	0,35	0,26
	NaOH	0,16	0,15	0,33	0,00	0,18
30 °C	Testemunha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desponte	0,98	0,88	1,35	0,79	0,26
	Escarificação	0,93	0,92	1,07	0,81	0,12
	H ₂ SO ₄	0,51	0,49	0,66	0,39	0,11
	NaOH	0,06	0,03	0,17	0,00	0,08

Pelissari *et al.* (2013) demonstram, em seu estudo, valores superiores significativos de IVG para os tratamentos escarificação mecânica mais imersão em água por 24 horas (2,43 a 25-30°C), escarificação mecânica (1,1 a 25-30°C) e imersão em ácido sulfúrico durante 10 minutos (1,23 a 25-30°C). Resultados consideráveis em sementes de *Samanea tubulosa* Bentham e *Adesmia* DC, submetidas à escarificação mecânica e desponte, também foram encontrados por Tedesco *et al.* (2001) e Oliveira *et al.* (2012).

Ao utilizar temperaturas constantes associadas à quebra de dormência para *P. multijuga*, encontraram-se os maiores resultados de IVG para o tratamento com ácido sulfúrico a 25 °C (0,67) e 30 °C (0,91), e os menores valores com a diminuição da temperatura (20 °C), o que causou atraso no início da germinação (Rocha *et al.*, 2014). Dessa forma, é possível depreender que a velocidade do processo de germinação está associada à temperatura e ao tipo

de tratamento utilizado, sendo ácido sulfúrico e escarificação os mais eficientes para expressar o potencial da espécie (Bewley; Black, 1994; Nascimento *et al.*, 2009).

Considerando o planejamento de atividades, a rotina dentro do laboratório de sementes e o tipo de germinadores, Rocha *et al.* (2014) asseguram que o uso das temperaturas constantes de 25 °C ou 30 °C se torna executável, pois minimiza as variações de resultados frente a interferências que a alternância de temperatura causa nos testes de germinação. Ainda, esses autores concluem que as duas temperaturas se destacaram porque proporcionaram um desenvolvimento mais rápido para as plântulas, especialmente a 30 °C, quando associadas ao tempo médio e velocidade de germinação.

As menores médias de IVG foram observadas no tratamento testemunha e NaOH, que não se diferenciaram (Figura 2).

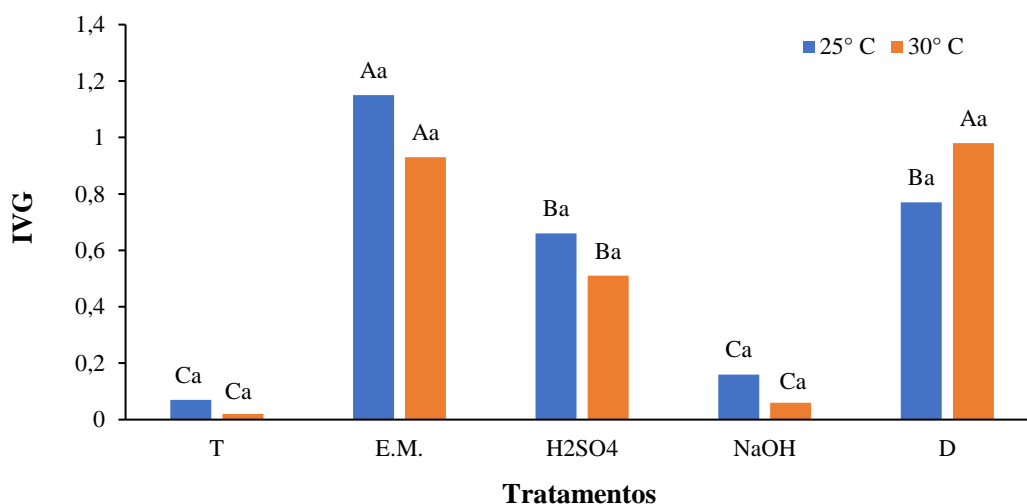


Figura 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *P. multijuga*
T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Os valores mais relevantes de índice de sincronização da germinação foram observados nas sementes do tratamento testemunha e NaOH, que não se diferenciaram, independentemente da temperatura ($p > 0,05$) (Figura 3). Entretanto, ressalta-se que estes tratamentos apresentaram os menores percentuais de germinação (média de 5,19%) quando comparados aos demais, fato que influencia diretamente o resultado.

Para melhor compreensão, é relevante enfatizar que menores valores indicam maior sincronização na germinação em relação ao tempo. Diante disso, é possível perceber por que os tratamentos com os menores valores de germinação e IVG obtiveram os melhores índices de

sincronismo. A explicação para isso é que todas as sementes germinaram em um curto espaço de tempo, sendo, assim, com maior sincronização. Em um teste de germinação com a espécie *Albizia edwallii*, Duarte *et al.* (2015) observaram que, quando expostas à temperatura de 30 °C, as sementes obtiveram as menores porcentagens de germinação; no entanto, seus resultados para o índice de sincronismo foram os melhores.

Sob a temperatura de 25 °C, o índice de sincronização das sementes escarificadas, tratadas com H₂SO₄ e com NaOH, não apresentou diferença significativa (p>0,05) (Figura 3). Nas sementes sob 30 °C, foram observadas as maiores médias do índice de sincronização, com destaque para as escarificadas e tratadas com desponte, com 2,5 e 2,3, respectivamente, o que indica maior heterogeneidade na sincronização da germinação nestes tratamentos. Apesar das maiores médias em germinação e IVG dos fatores estudados, o sincronismo não tem relação direta com nenhum desses indicadores, mas com a maneira com que a germinação foi distribuída no tempo (Santana & Ranal, 2004).

Ferreira e Borghetti (2017) expõem que diversos estudos estimam o nível de sincronismo na germinação de sementes submetidas a diferentes temperaturas, e que o sincronismo é menor em temperaturas extremas, sendo que sua tendência é aumentar quando estiver mais próximo da faixa de temperatura ótima para germinação.

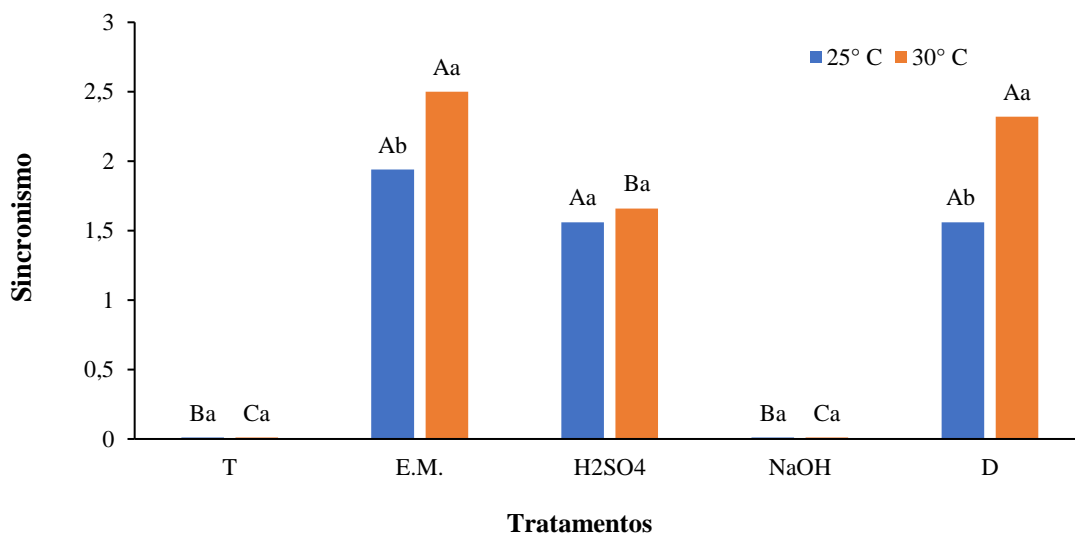


Figura 3. Índice de sincronização da germinação de sementes de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos

T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

4.3 Massa fresca e massa seca das plântulas

Em relação ao diâmetro de coleto (DC), não houve diferença estatística entre os tratamentos ($p>0,05$); contudo, o DC foi influenciado pela temperatura. Os resultados foram superiores para 25 °C, sendo mais expressivos no tratamento de escarificação mecânica (5,5 mm). Os resultados de DC para temperatura a 30 °C demonstraram médias inferiores para todos os tipos de quebra de dormência, quando comparados com os da temperatura a 25 °C; e o tratamento com ácido sulfúrico obteve a maior média, sendo 0,68 mm.

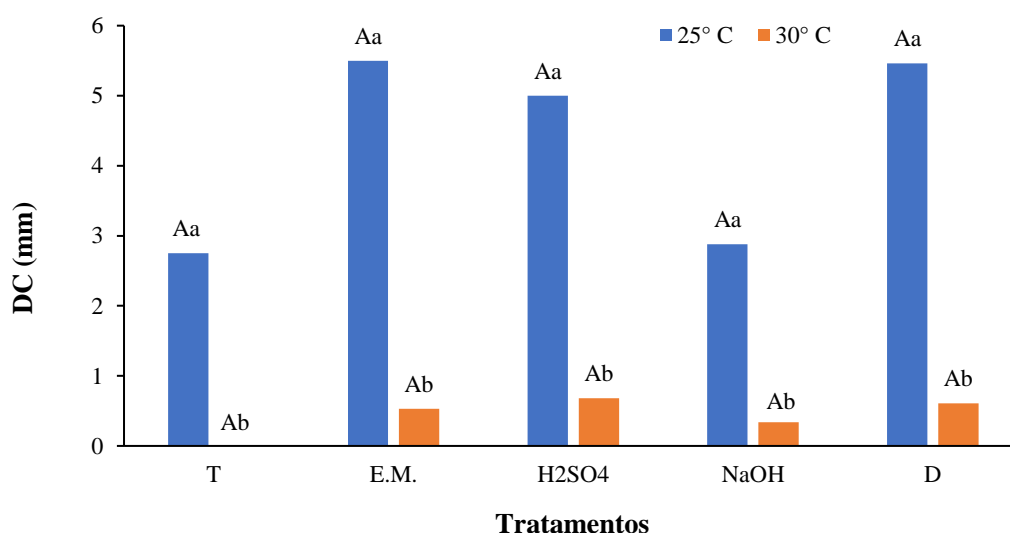


Figura 4. Diâmetro de coleto de *P. multijuga* sujeita a diferentes tratamentos e temperaturas T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H2SO4: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

A altura da plântula e diâmetro de coleto são medidas primordiais para avaliações de crescimento após o plantio das mudas de espécies florestais. Plantas que apresentam maior diâmetro tendem a possuir melhor capacidade de formação e desenvolvimento de novas raízes. Alguns autores referem-se ao DC como indicativo da capacidade de sobrevivência em campo, em que mudas com diâmetro reduzido possuem limitações para se manterem eretas (Dan *et al.*, 1997; Souza *et al.*, 2006). Moreira; Moreira (1996) ressaltam que esse é um ótimo indicador para avaliar padrão de qualidade em mudas.

Os testes que analisam comprimento total da planta ou das partes que a compõem objetivam determinar o vigor de lotes das espécies. Em sementes consideradas vigorosas, a

velocidade de processos metabólicos é maior, proporcionando uma emissão mais rápida da raiz primária e originando plântulas com maior taxa de crescimento em consequência da transformação dos suprimentos energéticos em tecidos de reserva e a incorporação deles por meio do eixo embrionário (Dan *et al.*, 1987; Schuch *et al.*, 1999).

De modo geral, a matéria fresca da parte aérea (MFPA) e das raízes (MFR) das plantas *P. multijuga* não foi influenciada pelos diferentes tratamentos utilizados para a quebra de dormência das sementes de *P. multijuga* ($p>0,05$) (Figura 5). A massa fresca da parte aérea das plântulas não foi afetada pelos tratamentos, com exceção do tratamento testemunha sob 30 °C, em que não houve germinação.

A temperatura influenciou a matéria fresca das plântulas das sementes tratadas com H₂SO₄, em que aquelas sob 30 °C apresentaram a maior média, com 4,74 g (Figura 5), fato corroborado por Nascimento *et al.* (2021) ao verificarem que as médias de massa seca de parte aérea e de raiz para *Cassia grandis* L., em temperatura de 30 °C, mostraram-se superiores às de 25 °C. Melo e Rodolfo Júnior (2006) apresentaram resultados de maior incremento de raiz e parte aérea em sementes submetidas a algum tipo de escarificação, reforçando que o tratamento pode não só contribuir para o sucesso dos processos dependentes da germinação, mas também auxiliar no desenvolvimento das plântulas (Silva *et al.*, 2017). Apesar de os índices de IVG para o tratamento de ácido sulfúrico serem menores que o desponte e escarificação mecânica em ambas as temperaturas, é possível inferir que a espécie possui alto investimento em parte aérea e sistema radicular.

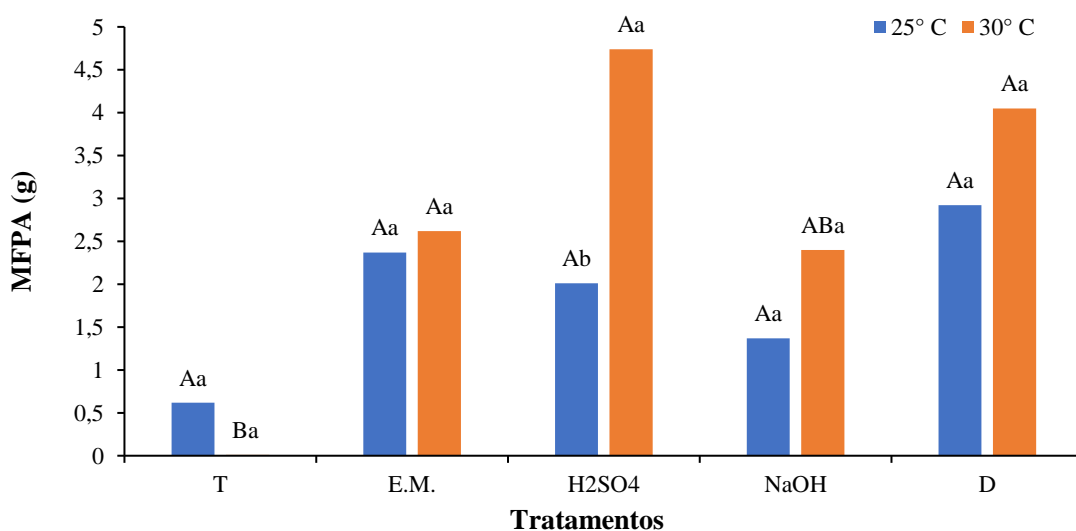


Figura 5. Matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação.

T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

A MFR das plântulas não foi influenciada pela temperatura. Sob 25 °C, não houve diferença entre os tratamentos ($p>0,05$); sob 30 °C, as médias das plântulas em que as sementes foram escarificadas, tratadas com H₂SO₄ e despontadas, não se diferenciaram, entretanto, observou-se a maior média naquelas com H₂SO₄, com 0,65 g de matéria fresca. Nesta temperatura, também foram observadas as menores médias nas plântulas testemunhas e com NaOH, com 0,22 g (Figura 6). Costa *et al.* (2017), em seu estudo para avaliar superação de dormência em *Hymenaea courbaril* L., também não obtiveram diferenças significativas entre os fatores analisados para MFR; porém, os valores mais expressivos foram com o tratamento de escarificação utilizando lixa.

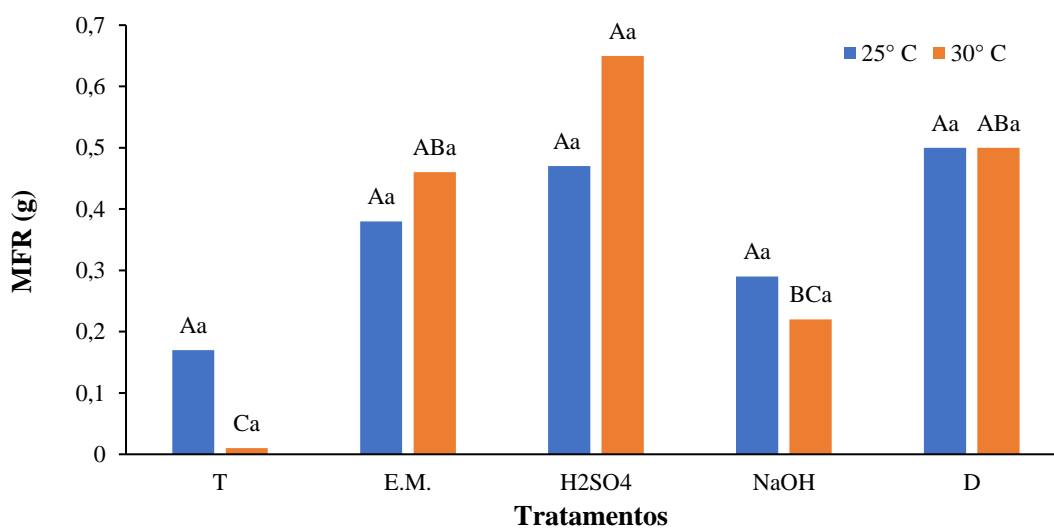


Figura 6. Matéria fresca de raiz (MFR) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação.

T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

A matéria seca da parte aérea (MSPA) das plântulas sob 25 °C não foi influenciada pelos tratamentos de quebra de dormência das sementes ($p>0,05$) e, tão pouco, pela

temperatura. De maneira geral, as maiores médias foram observadas nos tratamentos sob a temperatura de 30 °C, quando comparadas com os de 25 °C (Figura 7).

As sementes escarificadas com lixa, tratadas com H₂SO₄ e desponte sob 30 °C não apresentaram diferença significativa. Entretanto, a maior média foi verificada no tratamento de H₂SO₄ e desponte com 1,33 g e 1,18 g, respectivamente. Para MSR e MSPA, Nascimento *et al.* (2009) também não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos; porém, os mesmos resultados de massa seca a 30 °C foram maiores que os de 25 °C. Os mesmos autores apontam que, quanto ao tratamento, a escarificação mecânica atingiu as melhores médias.

As plântulas do tratamento testemunha apresentaram as menores médias de MSPA, com 0,18 g, sob a temperatura de 25 °C, e não houve valores de MSPA a 30°. A temperatura influenciou o efeito do tratamento com H₂SO₄, sendo a maior média encontrada a 30 °C, conforme mencionado anteriormente.

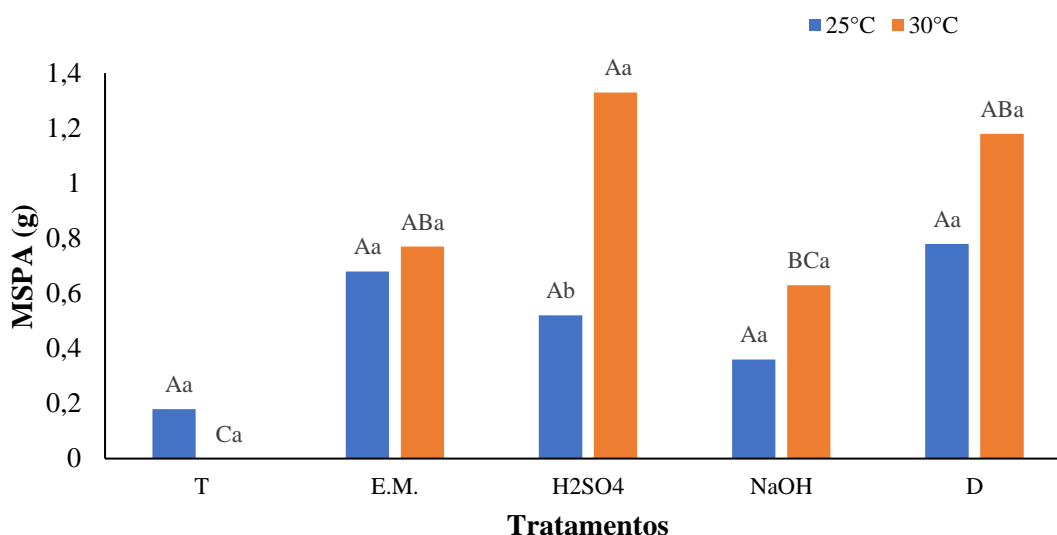


Figura 4. Matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação.

T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Com relação à matéria seca das raízes (MSR) das plântulas sob 25 °C, as médias não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($p > 0,05$) (Figura 8). A MSR foi influenciada pela temperatura ($p > 0,05$) apenas no tratamento com H₂SO₄. Costa (2018) expressou maior incremento de biomassa radicular em plantas de *P. multijuga* cultivadas a pleno sol, fato ratificado por Silva *et al.* (2007), que afirmam que o aumento da luminosidade

e temperatura induz a um maior acúmulo de matéria na raiz, permitindo maior exploração de área, absorção de água e nutrientes.

As sementes escarificadas mecanicamente, tratadas com H₂SO₄ e desponte, não apresentaram diferença sob 30 °C, entretanto, exibiram as maiores médias, chegando a 0,25 g (médias iguais) (Figura 8). Já os menores valores para esta temperatura foram observados nos tratamentos NaOH e testemunha, lembrando que, neste último, não houve germinação.

A análise de massa seca das plântulas é uma das formas de examinar seu crescimento. Pastorini (2016), avaliando a relação MSPA e MSR da espécie *Machaerium brasiliense* Vogel, observou que as maiores médias apresentaram maior sobrevivência em campo. Para Almeida *et al.* (2005), a biomassa radicular é de significativa importância, pois valores superiores de biomassa se relacionam com um melhor desempenho das mudas em campo, principalmente em áreas degradadas, onde a possibilidade de sobrevivência da planta pode ser boa, em função de maior área para absorção de nutrientes e água e maior facilidade de sustentação.

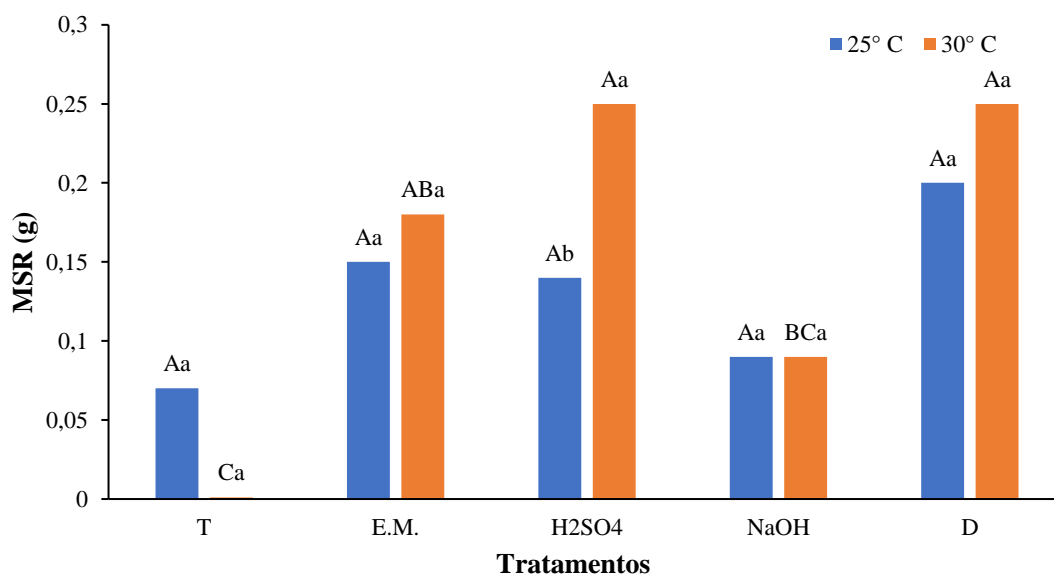


Figura 8. Matéria seca das raízes (MSR) de plântulas de *P. multijuga* em função de diferentes temperaturas e tratamentos para quebra de germinação.

T: testemunha; E.M.: escarificação mecânica; H₂SO₄: ácido sulfúrico; NaOH: hidróxido de sódio; D: desponte.

*médias seguidas de mesma letra maiúscula e mesma cor de coluna (comparação entre tratamentos) e minúscula na comparação entre temperaturas não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

5. CONCLUSÕES

O tratamento escarificação mecânica (E.M.) obteve maior porcentagem de germinação nas duas temperaturas estudadas. Para o IVG, os tratamentos E.M. e desponte (D) se destacaram.

Para as variáveis matéria seca de parte aérea e de raiz, o tratamento com ácido sulfúrico apresentou as maiores médias sob 30°C. Para 25°C, não houve diferença entre os tratamentos.

Os tratamentos de escarificação mecânica ou desponte podem ser utilizados como meio de reprodução acessível dessa espécie a qualquer interessado, uma vez que a aplicação de ambos não exige investimentos financeiros elevados nem maior qualificação de mão de obra, e entrega resultados satisfatórios de germinação.

Diante das análises, verificou-se, também, que ambas as temperaturas (25°C e 30°C) podem ser utilizadas para a germinação de sementes da espécie estudada.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. L.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento De Mudanças De *Jacaranda Puberula* Cham. Em Viveiro Submetidas A Diferentes Níveis De Luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, V. 15, N. 3, P. 323-329, 2005.

ALVES, M. C. S. et al. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L.-Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.

ARAÚJO. A. V; FREIRE. C. S.; PINTO. M. A. D. S. C; BARBOZA. V. R. S. Métodos de superação de dormência para a produção de mudas de *Leucaena leucocephala* (lam.) De wit. **Enciclopédia biosfera**. v. 9, n. 17, p. 1898, 2013.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. 2 Ed. New York: Plenum Press, 445 P. 1994.

BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C. A. D.; MARTINS, E. P. Escarificação ácida para superar a dormência de sementes de pinho-cuiabano (*Parkia multijuga* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 215-218, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CAMARA, C. A.; ARAÚJO NETO, J. C.; FERREIRA, V. M.; ALVES, E. U.; MOURA, F. B. P. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de

Parkia pendula (Willd.) Benth. ex Walp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.3, p.281-290, 2008.

CARVALHO, J. S. B.; COSTA E. N.; PAMPLONA, A. L. Q.; CHAGAS, C. T. G.; QUADROS, B. R. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Revista Cultivando o Saber**. v. 10, n. 3, p. 88-95, 2017.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012.590 p.

COSTA, C. H. M.; DIARIS, K. B.; GUIMARÃES, T. M. Métodos de escarificação para superação de dormência de sementes de jatobá. **Re. C. E. F.** V.30, N. 1, P.1-9, 2017.

COSTA, K. C. P.; FERRAZ, J. B. S.; BASTOS, R. P.; FERREIRA, M. J.; REIS, T. S.; TRINDADE, A. S.; GUIMARÃES, G. P. Estoques de biomassa e nutrientes em três espécies de *Parkia* em plantios jovens sobre área degradada na Amazônia central. **Floresta**. Curitiba, PR. v. 44, n. 4, p. 637 - 646, 2014.

COSTA, MARCELLE AUDAY. Qualidade fisiológica de sementes e mudas de *Parkia multijuga* Benth (Fabaceae). **Ciência e agricultura**, v. 09, p. 577-586, 2018.

DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E. P. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, V. 9, N. 2, P. 45-55, 1987.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, V. 21, P. 163-168, 1997.

DUARTE, M. M.; MILANI, J. E. D. F.; BLUM, C. T.; NOGUEIRA, A. C. Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes. **Revista Caatinga**,v. 28, n.3, p. 166-173, 2015.

DUTRA, F.V. et al. Morfobiometria de frutos e sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 2 p. 58-64, 2017.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: Do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 218p.

FONSECA, D. R. **Dormência de sementes: tipos, importância e fatores que à afetam**. v. 66, p. 37–39, 2017.

GONÇALVES, F. G.; GOMES, S. S.; GUILHERME, A. L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (*Unonopsis lindmanii* R. E. FR.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 08, 2006.

GONÇALVES, M. P. M et al. Influência de diferentes tipos de solos da Caatinga na germinação de espécies nativas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.1, 2020.

HERMANSEN, L. A.; DURYEY, M. L.; WEST, S. H.; MALAVASI, M. M. Pretreatments to overcome seed coat dormancy. In: *Dimorphandra mollis*. **Seed Science and Technology**. v. 28 n. 3, p 581-595, 2000.

J. S. B. CARVALHO; E. N. COSTA; A. L. Q. PAMPLONA; C. T. G. CHAGAS.; B. R. QUADROS. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Cultivando o saber**. V. 10, N. 3, P. 370-377, 2017.

LABOURIAU, G. **A germinação das sementes**. washington: Secretaria Geral da organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seed of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**. v. 19, n. 3, p. 507-512, 1978.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; MACEDO, C. M. P. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração de sementes de *Ormosia nitida* Vog. **Revista Árvore**. v. 30, n. 2, p. 171-177, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.

MELO, M. G. C. et al. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia* Spp. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 533-542, 2011.

MELO, R. R.; RODOLFO JÚNIOR, F. Superação de dormência em sementes e desenvolvimento inicial de canafístula (*Cassia grandis* L.f.). **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**. v. 4, n. 7, p. 1-15, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, V. 26, N. 1/2, P. 3-16, 1996.

NAKAGAWA, J. 1999. Testes De Vigor Baseados No Desempenho Das Plântulas In. KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. *Vigor De Sementes: Conceitos E Testes*. **Abrates** (Londrina). P 2.1-2.24, 1999.

NASCIMENTO. I. L.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth). **Revista Árvore**, V. 33, N. 1, P. 35-45, 2009.

NUNES, J. S.; KNOECHELMANN, C. M.; MELLO, A. H.; SANTOS R. N. E.; PINHEIRO, A. V. R.; SANTOS, E. R.; Avaliação de emergência do favão (*Parkia multijuga*) para reabilitação em áreas impactadas por extração de argila. **Agroecossistemas**, V. 2, N. 1, P. 18-21, 2010.

OLIVEIRA, L. M.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; SOUSA, D.M.; ANDRADE, A.P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* benthana – (leguminosae-mimosoideae). **Revista Árvore**, V. 36, N. 3, P. 433-440, 2012.

OLIVEIRA, O. S.; **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: Ed. Da Ufpr, 2012. 404p.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P. **Método para superação de dormência tegumentar em sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.1, p.62- 66, 2009.

PASTORINI, L. H.; ROMAGNOLO, M. B.; BARBEIRO, C.; GUERREIRO, R. G. O.; COSTA, P. M.; SERT, M. A.; SOUZA, L. A. Germinação e crescimento inicial de *Machaerium brasiliense* vogel (fabaceae) em casa de vegetação. **Floresta**, V.46, N. 1, P. 83-92. 2016.

PELLISSARI, F.; SILVA, C. J.; VIEIRA, C. V. Germinação de sementes de três espécies do gênero *Parkia* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência e temperatura. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 10, n. 1, p. 28-35, 2013.

PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed; 2004. p. 125-134.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Dormancy break and light quality effects on seed germination of *Peltophorum dubium* spreng taub. **Revista Árvore**, V. 23, P. 131-137, 1999.

ROCHA, C. R. M. et al. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Nativa**, Sinop, v. 02, n. 01, p. 42-47, 2014.

ROCHA, C. R. M.; COSTA, D. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; CRUZ, E. D. Dimensões, morfologia e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Nativa**, Sinop, V. 02, N. 01, P. 42-47, 2014.

RODRIGUES, A. P. A. C.; KOHL, M. C.; PEDRINHO, D. R.; ARIAS, E. R. A.; FAVERO, S. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd. **Acta Scientiarum: Agronomy**. v. 30, n. 2, p. 279-283, 2008.

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

SCHIMPL, Flávia Camila. **Características biométricas, germinativas e mobilização de reservas orgânicas em sementes de *Parkia multijuga* Benth e *Dinizia excelsa* Ducke (Fabaceae-Mimosoideae)**. XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA-CNPq/FAPEAM, 2010.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. Crescimento em laboratório de plântulas de Aveiapreta (*Avena strigosa* schreb.) Em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira De Sementes**, Brasília, V. 21, N. 1, P. 229-234, 1999.

SILVA, B. M. S. E.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. DA S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, 31(6), 1019–1026. 2007.

SILVA, K. B. Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. classificadas pelo tamanho. **Revista brasileira de Biociências**, v. 13, n. 1, p. 1-4, 2015.

SILVA, R. M.; CARDOSO, A. D.; DUTRA, F. V.; MORAIS, O. M. Aspectos biométricos de frutos e sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. provenientes do semiárido baiano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 85- 91, 2017.

SOUZA, B. P. A. **Sementes de *Parkia multijuga* Benth, submetidas a tratamentos pré germinativos**. 2019. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, PA, 2019.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência florestal**, Santa Maria, V. 16, N. 3, P. 243-249, 2006.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Artmed, 6ª Ed., 858 p. 2017.

TEDESCO, S.B.; M.O. STEFANELLO; M.T. SCHIFINO-WITTMANN; A. ATTISTIN & M. DALL'AGNOL. Superação De Dormência Em Sementes de espécies de *Adesmia* Dc. (Leguminosae). **Revista Brasileira de Agrociências**, V. 7, N. 2 p. 89-92, 2001.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DO REJEITO DE GARIMPO (“CURIMÃ”) E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Parkia multijuga* Benth.

RESUMO

O curimã, material de textura arenosa, é encontrado em garimpos abandonados. Sua utilização como substrato ou incorporado a outros tipos de materiais utilizados na produção de mudas pode tornar-se viável devido à sua fácil disponibilidade. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência das diferentes concentrações deste rejeito e condições de luminosidade na germinação de sementes, emergência e parâmetros de avaliação de crescimento de faveira vermelha (*P. multijuga* Benth.) em viveiro de produção de mudas. O estudo foi conduzido na casa de vegetação da mineradora Brazauro Recursos Minerais (sudoeste do estado do Pará) por um período de 30 dias. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado no esquema fatorial 2 x 4 (duas luminosidades e quatro concentrações de curimã), com quatro repetições de oito sementes em cada combinação. Os tratamentos consistiram na semeadura de *P. multijuga*, escarificadas com lixa e semeadas em substratos com 0%, 30%, 70% e 100% de concentração curimã, somado ao substrato usual do viveiro (top soil + substrato comercial), submetidas a pleno sol e sob tela tipo sombrite 50%. Os resultados demonstram que a luminosidade e temperatura do local afetaram significativamente a germinação e o crescimento de *P. multijuga*. O rejeito de garimpo influenciou nas variáveis IVE, PA e MSPA da espécie e tem potencial para aplicação como substrato, dada a sua farta disponibilidade e baixo custo. Além disso, pode ser combinado a outros materiais já utilizados em viveiro.

Palavras-chave: Produção de mudas, faveira vermelha, substrato.

1. INTRODUÇÃO

Um dos rejeitos gerados do processo da lavra artesanal de ouro é o “curimã”. Este substrato encontrado em garimpos abandonados possui granulometria arenosa, considerada imprópria para reaproveitamento no setor industrial, não dispondo de qualquer valor agregado. Como consequência, esse material é abandonado em áreas adjacentes aos garimpos, tendo potencial para causar danos ao meio ambiente (Brasil, 2016).

Para Garcia *et al.* (2012), o emprego do material areia como substrato é uma boa alternativa disponível aos produtores de mudas, sendo de fácil e constante disponibilidade, tornando-se ótima opção para destinação final da grande quantidade de resíduo de areia gerado pela mineração, possibilitando a diminuição da degradação ambiental decorrente do seu acúmulo.

Com isso, a produção em viveiros se torna essencial para a reabilitação de áreas, ou seja, o emprego de substratos viáveis economicamente, os processos de seleção de matrizes, colheita, tratamento e beneficiamento são etapas necessárias à garantia da qualidade da muda. Essa produção torna-se, então, um passo estratégico que impulsiona o processo de recuperação (Fronza & Hamann, 2015). O crescimento desse setor também aumenta a exigência de se obter mudas vigorosas e saudáveis e a necessidade de se criar técnicas que sejam viáveis ambiental e economicamente, e de fácil reprodução para grandes e pequenos produtores ou organizações (Oliveira *et al.*, 2016).

Na atividade de produção de mudas, outro fator que exerce grande influência é a luminosidade. Barbosa *et al.* (2015) destacam que, em ambientes naturais, onde o principal foco das espécies é a reprodução, para que seu ciclo de vida continue em novas gerações, muitos fatores são essenciais. A luz do sol é um dos principais, sendo extremamente significativa no desenvolvimento da estrutura e povoamentos florestais.

Diante da importância de se produzir plantas com alta qualidade, vigor e utilizando técnicas de fácil reprodução e com custo reduzido, este trabalho buscou responder à seguinte pergunta: “é possível que variadas concentrações do substrato encontrado em garimpos abandonados (curimã) e diferentes condições de luminosidade possam influenciar na germinação de sementes, emergência de plântulas e parâmetros de qualidade de *Parkia multijuga Benth.*?”

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência das diferentes concentrações do material estéril de garimpos abandonados (curimã) e condições de luminosidade na germinação de sementes, emergência e parâmetros de qualidade de plântulas de faveira vermelha (*P. multijuga* Benth.) em viveiro de produção de mudas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a porcentagem de germinação em cada tipo de substrato;
- Mensurar o índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) das plântulas em cada tipo de substrato;
- Analisar parâmetros morfológicos das plântulas;
- Determinar o índice de mortalidade e sobrevivência das plântulas nos substratos e diferentes índices de luminosidade durante o período observado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local de experimento

O trabalho foi conduzido no viveiro de produção de mudas do “Projeto Tocantinzinho”, situado a aproximadamente 150 m de altitude, nas coordenadas geográficas de latitude sul 06° 03' 41" e longitude oeste 56° 17' 45". A região apresenta clima do tipo Am (quente úmido), segundo a classificação de Koppen (Alvares *et al.*, 2013). Nessa região, as temperaturas são superiores a 18°C em todos os meses do ano, com uma pequena estação seca. O índice pluviométrico supera os 2000 milímetros (mm), e a umidade do ar é relativamente elevada, com tempo médio de insolação de aproximadamente 2100 horas/ano.

3.2 Coleta, beneficiamento e armazenamento do material vegetal

As sementes de *P. multijuga* empregadas no experimento foram provenientes das atividades de resgate de flora, no projeto Tocantinzinho. Nos meses de setembro e outubro de 2022, a equipe de campo coletou frutos de três matrizes diferentes, os quais foram beneficiados, triados e armazenados.

3.3 Preparo do substrato e definição dos tratamentos

Para a montagem do experimento, trabalhou-se, primeiramente, com a preparação dos substratos a serem utilizados. O estabelecimento do material que antecede a adição de curimã foi feito utilizando-se uma mistura que é rotineiramente empregada no viveiro florestal da Brazauro Recursos Minerais S.A. para a produção de mudas florestais, que é: 1) *top soil*, que, segundo Ferreira *et al.* (2015), é a camada superficial do solo (CSS) rica em matéria orgânica, microrganismos, serapilheira e raízes, retirado no processo de implantação de estruturas do projeto; e 2) substrato comercial composto por cascas de *Pinus*, turfa tratada e esterilizada e pó de carvão. A proporção desses dois componentes foi sempre de 50% na mistura (1:1), somando-se, após esse preparo, o curimã na porcentagem de cada tratamento.

Para melhor caracterização do substrato utilizado no viveiro (*top soil* + substrato comercial) e do curimã, procedeu-se, então, a uma coleta de amostras, conforme o manual de métodos de análise de solo da Embrapa/PA, e posterior análise físico-química no laboratório Tapajós Soluções Ambientais Ltda.

Sendo assim, os tratamentos foram compostos de diferentes porcentagens do material rejeito de garimpo (curimã) somado ao substrato usual do viveiro (*top soil* + substrato comercial), conforme se segue:

T1 - 0% curimã + 100 % substrato do viveiro;

T2 - 30% curimã + 70% substrato do viveiro;

T3 - 70% curimã + 30% substrato do viveiro;

T4 - 100% curimã.

Os quatro tratamentos foram submetidos a duas condições de luminosidade simultaneamente: pleno sol (área externa do viveiro florestal) e sombreamento, utilizando-se tela tipo sombrite na porcentagem de 50% dentro do viveiro (Tabela 1).

Tabela 1. Fatorial de duas luminosidades e quatro concentrações de curimã

Nível de luminosidade	Porcentagem de curimã
Sombrite 50%	0%
	30%
	70%
	100%
Pleno sol	0%
	30%
	70%
	100%

3.4 Implantação do Experimento

Para a superação de dormência, foi utilizado o tratamento de escarificação manual com lixa d'água n° 80 e imersão em água por quatro horas (Pelissari *et al.*, 2013). Após este procedimento, realizou-se a semeadura em tubetes contendo os substratos supracitados a 1 cm de profundidade (Rocha *et al.*, 2014; Carvalho, 2009).

Os tubetes utilizados são de polipropileno atóxico, pesando 40 gramas cada um, com 8 estrias internas, diâmetro superior interno de 52 mm e externo de 64 mm, diâmetro inferior interno de 14 mm, altura de 190 mm, capacidade de 280 cm³, de seção circular e forma cônica.

As irrigações foram feitas pela manhã e final da tarde, apenas para que o substrato permanecesse umedecido.

3.5 Delineamento experimental, coleta e análise de dados

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2 x 4 (duas luminosidades e concentrações de curimã no substrato), com quatro repetições, de oito sementes em cada combinação, ou 128 sementes (Scremin-Dias *et al.*, 2006), totalizando 32 unidades experimentais para comparação das luminosidades (Tabela 1).

Durante o período em que ocorreu o experimento, registraram-se temperatura e umidade para ambos os ambientes. Todas as medidas foram realizadas seguindo-se um horário definido como padrão, e, a partir dos dados, foram obtidas médias.

As avaliações foram efetuadas diariamente, sendo consideradas emergidas as plântulas que emitiram acima do substrato o epicótilo, independentemente do tamanho (Oliveira; Souza, 2019). Assim, para determinar o índice de germinação, as contagens das plântulas foram realizadas do segundo ao trigésimo dia após a semeadura (Carvalho, 2019).

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas até o último dia de avaliação e com a aplicação da equação proposta por Maguire (1962) (Tabela 2).

Tabela 2. Equação utilizada para o cálculo de índice de emergência.

Equação	Legenda
$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + EN/NN$	<p>IVE: Índice de Velocidade de Emergência;</p> <p>E1, E2 e EN: Número de plântulas normais identificadas na primeira, segunda e última contagem;</p> <p>N1, N2 e NN: número de dias após a implantação do teste.</p>

Fonte: elaborado pelo autor, baseado na metodologia proposta por Maguire (1962).

Já a porcentagem de germinação (G) foi calculada de acordo com a metodologia sugerida por Labouriau e Valadares (1976), considerando:

$$G = (N/A) \cdot 100$$

Em que: G - germinação; N - número total de sementes germinadas; A - número total de sementes colocadas para germinar.

Também foi calculado o índice de Sincronismo, de acordo com Labouriau & Pacheco (1978):

$$S = \sum_{i=1}^k f_i \cdot \log_2 \cdot f_i$$

em que S = Sincronização informacional; f_i = frequência relativa de germinação \log_2 = logaritmo na base 2.

Além disso, foi calculada a taxa de mortalidade de plântulas em porcentagem. Ao final de 30 dias, o experimento foi finalizado e realizou-se a medição da parte aérea e radícula, separando-se, então, na sequência, as duas partes com uma tesoura de poda. Com isso, foi possível obter as seguintes variáveis: diâmetro de coleto (DC), que foi medido na plântula ao nível do substrato, com uso de um paquímetro, em milímetros; altura da parte aérea (PA), determinada a partir do coleto da muda até a inserção da última folha completamente desenvolvida; e comprimento da raiz (CR). Para realizar as medições, utilizou-se uma régua graduada em centímetros.

O volume da raiz (VR) foi determinado segundo a metodologia descrita por Silva, Martins & Andrade (2006), em que as raízes são lavadas em água corrente e colocadas em uma proveta graduada, contendo volume específico de água; ao serem adicionadas as raízes, é possível determinar o volume de água deslocada, sendo este valor equivalente ao volume ocupado pelas raízes, onde 1 ml equivale a 1 cm³.

Após a obtenção dos resultados dos parâmetros supracitados, as partes foram identificadas e acondicionadas em sacos de papel. A partir daí, para se medir a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSR), todo o material foi levado à estufa de secagem da marca SOLAB, Modelo SL-100, a 80 °C, por 48 horas, e, na sequência, realizou-se novamente a pesagem na mesma balança de precisão (Vieira & Carvalho, 1994; Ferreira & Borghetti, 2004).

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância, por meio da qual verificou-se que a interação não foi significativa entre os tratamentos. Em razão deste fato, eles foram analisados de forma independente, comparando-se as médias gerais por meio teste de Tukey a 5% de probabilidade, para a variável qualitativa (condições de luminosidade). Já para as concentrações de curimã no substrato (variável quantitativa), aplicou-se a análise de regressão, ajustando-se os modelos aos dados.

Como houve grande mortalidade a pleno sol (atingindo 80% ao fim do período estudado), optou-se por fazer a comparação das concentrações de curimã apenas para as plantas cultivadas sob tela tipo sombrite com 50% de luminosidade.

Ainda com relação às análises de regressão, para variáveis em que a equação não se ajustou aos dados, aplicou-se teste de médias (Tukey a 5% de probabilidade). As variáveis dependentes em questão são germinação, sincronismo, R (comprimento de raiz), DC (diâmetro de coleto), VOL R (volume de raiz) e MSR (massa seca de raiz).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Temperatura média, umidade e análises de solo

Os resultados de temperatura e umidade médias observados foram de 35 °C e 60%, a pleno sol, e sob tela sombrite, 31 °C e 72%.

Com relação aos resultados da análise física do solo, estes apontaram que o rejeito de garimpo (curimã) é composto por 87% de areia, 12% de silte e 1% de argila, sendo, portanto, de textura arenosa. A partir da análise química (Tabela 3), foi possível verificar que o curimã possui pH médio, baixo teor de matéria orgânica (M.O.), médio teor de alumínio trocável (Al^{3+}), além de macro e micronutrientes com baixa disponibilidade (P, K, Ca, Mn, Cu). Classificados como de média e alta disponibilidade, enquadraram-se os nutrientes S, Mg, Zn, Fe.

Tabela 3. Análise química dos materiais: rejeito de garimpo (curimã) e substrato de origem comercial, usualmente empregados em viveiros da região.

Determinações	Tipos de solo	
	Curimã	Substrato usual do viveiro
pH (H ₂ O)	5,80	5,40
M.O. (g dm ⁻³)	4,39	26,41
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,68	0,54
P (mg dm ⁻³)	6,50	81,20
K (mg dm ⁻³)	2,93	38,30
S (mg dm ⁻³)	11,82	30,99
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,70	5,80
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,06	4,22
Mn (mg dm ⁻³)	1,40	40,15
Zn (mg dm ⁻³)	1,20	8,75
Fe (mg dm ⁻³)	146,20	146,20
Cu (mg dm ⁻³)	0,65	0,40

Centeno *et al.* (2017) ressaltam que solos de textura arenosa possuem maiores deficiências de fósforo e matéria orgânica. Isso ocorre porque, em média, 70% de sua composição é areia, tornando-os altamente permeáveis, com baixa capacidade de retenção de água e adsorção de íons, apresentando, também, baixa capacidade de poder tampão e nutrientes,

além da alta susceptibilidade a perda de nutrientes por lixiviação e erosões, o que pode dificultar o desenvolvimento da planta em diversos aspectos (Donagemma *et al.*, 2016).

Quanto à análise física do substrato usual do viveiro, o material possui textura franco arenosa, contendo 50% de areia, 47% de silte e 3% de argila. A análise química apontou que o substrato possui pH médio, alumínio trocável médio (Al^{3+}) e M.O. em boa faixa para solos de textura média. A maioria dos macros e micronutrientes possuem teores altos (P, S, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe), ficando apenas o K e Cu em faixa baixa (Tabela 3). Para Centeno *et al.* (2017), solos de textura franca são caracterizados por obterem porções semelhantes de partículas de areia, silte e argila, o que lhes garante um índice médio de erodibilidade, boa drenagem e capacidade de retenção de água; no entanto, solos franco-arenosos possuem tendência a apresentar deficiências em M.O. e P. No estudo em tela, o substrato usual do viveiro apresenta teores de M.O. e nutrientes elevados devido ao manejo aplicado, garantindo boa nutrição para a planta e favorecendo seu desenvolvimento inicial.

A textura está relacionada à distribuição quantitativa das partículas minerais do solo em função do tamanho. Wang *et al.* (2005) definem a textura como principal indicativo de qualidade e produtividade em solos, o que influencia diretamente na dinâmica de coesão e adesão entre as partículas e no manejo do solo, por conseguinte, na resistência à tração e dinâmica da água no solo. Também é possível utilizá-lo como fator ambiental, pois exerce influência direta na ciclagem de nutrientes e troca de íons, que são processos ecológicos (HE *et al.*, 2014). Dentro dos atributos indicadores de qualidade do solo, Prezotti & Guarçoni (2013) afirmam que a matéria orgânica (M.O.) é um indicativo de potencial produtivo, pois solos com alto teor de M.O. possuem maiores valores de capacidade de troca de cátions (CTC) total e, conseqüentemente, maior capacidade de fornecer nutrientes à planta.

Os sistemas de manejo do solo podem torná-lo produtivo, independentemente da sua textura. Solos arenosos com algumas particularidades podem proporcionar altas produtividades, aproveitando-se da facilidade das operações de manejo em razão de suas características físicas, aplicando-se corretamente sistemas conservacionistas do manejo de solo e água, podendo ocorrer o aumento da viabilidade de atividades agrícolas nesse tipo de solo (Kravchenko, 2014).

4.2 Influência da luminosidade nas variáveis estudadas

A interação entre os tratamentos luminosidade x concentração de curimã no substrato não foi significativa, porém houve diferença para nível de luminosidade e substrato, de maneira isolada.

Conforme os resultados das análises, a utilização de tela sombrite, com nível de 50% de sombreamento, influenciou positivamente na grande maioria das variáveis testadas, sendo que os valores médios apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) comparados à exposição a pleno sol, exceto com relação à matéria seca de raiz (Tabela 4).

A germinação teve início nove dias após a semeadura sob 50% de luminosidade. Já para o tratamento a pleno sol, a germinação iniciou após o décimo primeiro dia. Houve maior formação de plântulas dentro do viveiro (sob tela sombrite). As médias referentes à germinação das sementes e emergência das plântulas exibiram valores superiores dentro do ambiente a 50% de luminosidade (Tabela 4). Estes parâmetros são importantes indicadores de vigor em lotes de sementes (Salomão *et al.*, 2023). O mesmo resultado pôde ser observado para os parâmetros Comprimento de Raiz (R), Comprimento de Parte Aérea (PA), Diâmetro do coleto (DC), Volume de raiz (VOL R) e Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação de médias de duas luminosidades em relação a diferentes variáveis no processo de germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Parkia multijuga Benth.*

Variáveis	Luminosidade	
	50%	100%
Germinação (%)	96,09 a	50,00 b
IVE	0,64 a	0,26 b
Sincronismo	1,53 a	1,13 b
Mortalidade (%)	0,00 a	80,04 b
Comprimento de Raiz – R (cm)	15,30 a	4,78 b
Comprimento de Parte Aérea – PA (cm)	42,94 a	11,28 b
Diâmetro do Coleto – DC (mm)	6,17 a	2,43 b
Volume de raiz – VOL R (mL)	1,04 a	0,28 b
Massa Seca da Parte Aérea – MSPA (g)	2,17 a	0,32 b

Massa Seca da Raiz – MSR (g)

0,87 a

0,14 a

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em um estudo com sementes de *P. pendula*, Camara *et al.* (2008) encontraram resultados semelhantes para porcentagem de germinação. Os autores também afirmam que temperaturas de 15 a 30 °C podem proporcionar uma maior porcentagem de germinação, enquanto, sob 25 a 30 °C, ocorre maior velocidade na emergência. Já para temperaturas acima de 30 °C, há decréscimo na velocidade de emergência (Labouriau, 1983; Lima *et al.*, 1997; Santos e Cardoso, 2001).

No que concerne à taxa de mortalidade das plântulas, o alto número observado para as que estavam sendo cultivadas a pleno sol (80%) pode ser a explicação de resultados pouco satisfatórios para as demais variáveis dessa luminosidade (Tabela 4). É importante ressaltar que todas as sementes de ambos os tratamentos foram submetidas à quebra de dormência tegumentar por escarificação mecânica com lixa e imersão em água. Este procedimento facilita a embebição da semente e, por consequência, o processo germinativo, que é classificado como sendo um método simples, de baixo custo e ambientalmente seguro, além de apresentar resultados significativos (Pelissari *et al.*, 2013; Garcia de Santana *et al.*, 2015; Nascimento *et al.*, 2020).

Houve influência das condições de luz no crescimento de plântulas de *P. multijuga*, pois as maiores alturas, diâmetros de coleto, comprimentos e volume de raiz foram encontrados sob 50% de luminosidade, enquanto as menores, a pleno sol (Tabela 4). Resultados semelhantes foram descritos por Maekawa (2018), em que *P. multijuga* apresentou maior incremento em altura no tratamento a 70% de sombreamento (47,66 cm). No entanto, o desenvolvimento do diâmetro de coleto mostrou-se inversamente proporcional aos tratamentos de sombreamento, em que o maior DC foi obtido a pleno sol, e o menor, a 70% de sombreamento. Em estudo com *Tabebuia heptaphylla* Vell., as plantas cultivadas em ambiente com 50% de luminosidade apresentaram, também, maior crescimento em altura em relação às cultivadas a pleno sol (Siebeneichlen *et al.*, 2008).

Com relação à altura e DC das plantas, tem-se que são os parâmetros morfológicos mais utilizados para estimar qualidade de mudas florestais, pela facilidade de obtenção e por se tratar de avaliações não destrutivas (Melo *et al.*, 2018). Alguns autores recomendam que mudas consideradas de qualidade devem possuir de 25 cm a 30 cm de altura e 3 a 10 mm de DC. Em

geral, o padrão de qualidade das mudas possui alta correlação com o diâmetro de coleto, sendo que um bom desenvolvimento dessa estrutura beneficia o reflorestamento, possibilitando maiores taxas de sobrevivência e crescimento em campo (Gonçalves *et al.*, 2005; Davide & Faria, 2008; Puértolas *et al.*, 2012).

Quanto à produção de biomassa das plantas, os resultados deste estudo referem-se à massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR), que sofreram influência direta das condições de luminosidade. A MSPA apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre 50% e 100% de luminosidade, porém a MSR não apresentou tal diferença entre os tratamentos (Tabela 4). Ainda assim, as maiores médias de MSPA e MSR são a 50% de luminosidade. Maekawa (2018), ao estudar a germinação da espécie em condições de viveiro com diferentes sombreamentos: pleno sol, 30%, 50% e 70%, obteve resultados opostos em seu estudo com *P. multijuga*, no qual os valores mais expressivos de biomassa ocorreram a pleno sol, seguidos de 30% e 50% de sombreamento. O autor destaca que, à medida que o nível de sombreamento aumentou, houve decréscimo nas médias de MSPA e MSR.

Com relação à disponibilidade de luz e sua influência na planta, Taiz e Zeiger (2013) afirmam que espécies capazes de se desenvolver em ambientes que dispõem de maior quantidade de luz podem suportar maior restrição hídrica. Essa limitação pode induzir uma maior produção de MSR em relação ao acúmulo de fotoassimilados na parte aérea, enquanto o sombreamento pode reduzir a MSR, o que vai ao encontro dos resultados deste estudo (Tabela 4). Este fato deve-se, possivelmente, às condições de temperatura e umidade médias ocorridas a 100% de luminosidade, visto que proporcionaram um ambiente bem mais desafiador às plântulas cultivadas a pleno sol. A temperatura, em média, se mostrou quatro graus acima (35°C x 31°C), e a umidade, 12% abaixo (60% x 72%), em comparação às condições observadas sob tela tipo sombrite.

4.3 Influência da concentração do rejeito de garimpo nas variáveis estudadas

De acordo com os resultados, observou-se que a porcentagem de curimã influenciou as variáveis de IVE, MSPA, PA. Não houve diferenças significativas para as demais variáveis estudadas.

A germinação representa a retomada do crescimento ativo do eixo embrionário, sendo uma sequência ordenada de atividades metabólicas que se estendem até a formação de uma plântula normal (Ferreira, 2022). A partir dos resultados do teste Tukey (Figura 1), foi

possível observar uma variação na taxa de germinação, sendo que as maiores médias se encontram a 30% (96,9%) e 100% (100%) da concentração de curimã, porém não houve diferença significativa a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Ribeiro *et al.* (2020), utilizando substrato de textura arenosa, obtiveram resultados de 100% das sementes germinadas para a espécie *Hymenaea oblongifolia* Huber. Os autores afirmam que o solo de textura arenosa pode potencializar as taxas de germinação, pois proporciona melhor infiltração da água, maior aeração e menor resistência ao desenvolvimento da raiz. Scalon *et al.* (2012), ao estudarem os aspectos da germinação de *Myracrodruon urundeuva* Fr. em diferentes tipos de substratos, observaram resultados não significativos nas taxas de germinação para substrato composto por *top soil* e substrato comercial.

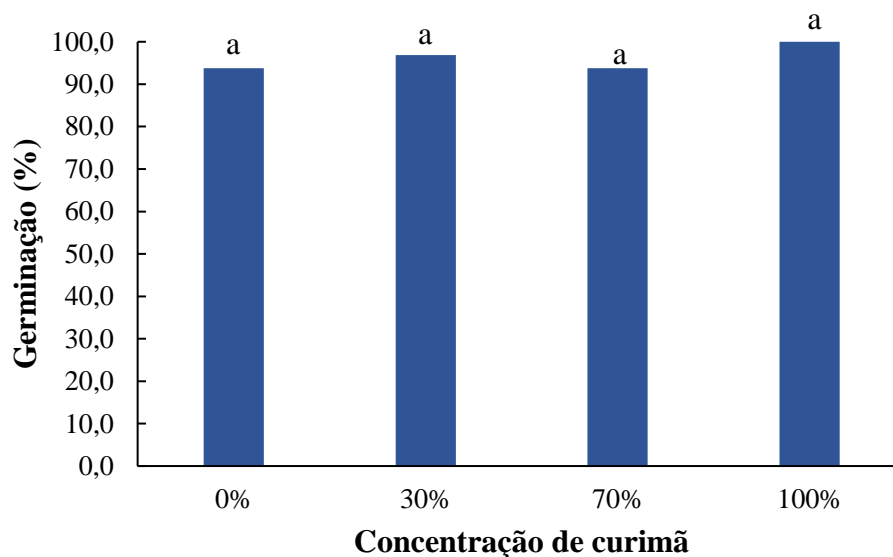


Figura 1. Porcentagem de germinação de *P. multijuga* em função da concentração de curimã no substrato.

Quanto ao Índice de Velocidade de Emergência – IVE, é possível observar a maior média desta variável com a concentração 100% do rejeito (0,77), e a menor, obtida a 0% e 30%, sendo que ambas atingiram o valor de 0,59 (Figura 2). Através do coeficiente de determinação (R^2), é possível inferir que o aumento da concentração de curimã afetou positivamente a velocidade de emergência. O IVE possui relação direta com o número de diásporos germinados por unidade de tempo, e seu crescimento afeta diretamente a velocidade de germinação (Ferreira & Borghetti, 2004).

Para este índice, Ribeiro *et al.* (2020) constataram maiores índices de IVE (0,42) na germinação de *M. urundeuva* Fr. empregando o substrato de textura arenosa, e o menor, para substrato usual do viveiro (0,31), resultados semelhantes aos obtidos no estudo ora em tela. Scalon e Jeromine (2013), ao analisarem a emergência de plântulas de *Eugenia pyriformis* (Myrtaceae) em diferentes substratos e níveis de água, obtiveram os melhores IVE para substratos de textura arenosa. Soares *et al.* (2014) afirmam que a relação entre substratos arenosos, a germinação e a velocidade de emergência deve-se ao fato de que substratos com este tipo de textura permitem que o processo de embebição comece antes, em comparação com substratos de textura diferente, argilosa, silte.

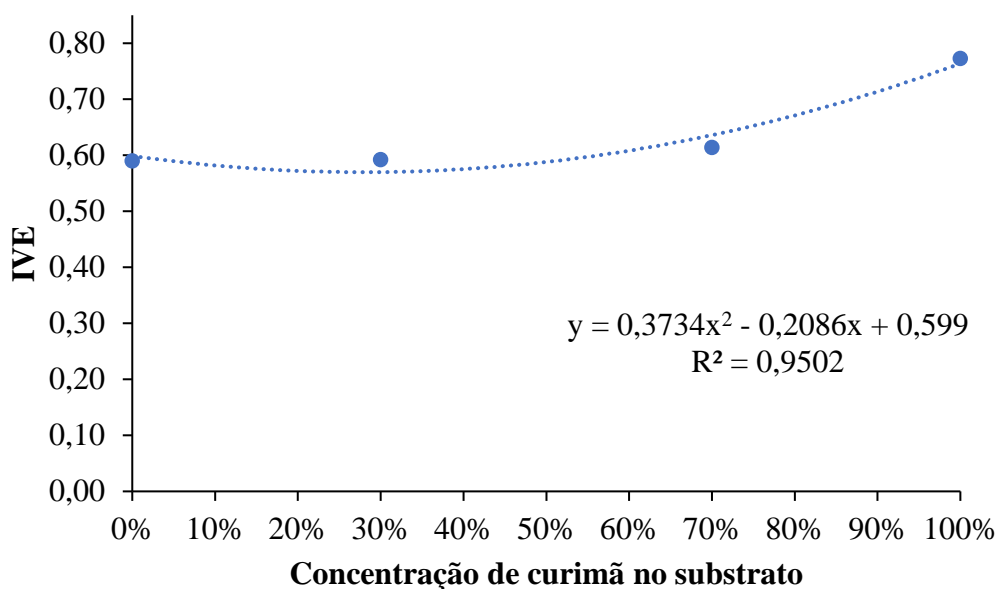


Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) de *P. multijuga* em função da porcentagem de curimã no substrato.

O índice de sincronismo demonstra o quão sincronizado o lote de semente germinou em relação ao tempo. Esse índice independe do número total de sementes germinadas, mas da forma como essa germinação se distribuiu ao longo do tempo; quanto menor for o valor do índice, mais sincronizada foi a germinação (Santana & Ranal, 2004).

No que diz respeito aos resultados obtidos, é possível depreender que o menor índice de sincronismo ocorreu a 100% de concentração de curimã (1,42), seguido de 30% (1,46). Já a maior média deste índice foi observada a 70% do material rejeito de garimpo (1,72) (figura 3). Apesar dos tratamentos apresentarem altas taxas germinativas e IVE considerável, os resultados não apresentaram diferenças significativas, demonstrando que a concentração de

curimã não influenciou no sincronismo da germinação. Almeida (2003), ao estudar a germinação de sementes de *Calycophyllum spruceanum*, revelou resultados germinativos significativos para os substratos areia, vermiculita e Plantmax, e, ao compará-los com papel-filtro e terra vegetal, utilizados no mesmo estudo, observou que há maior homogeneidade e sincronização da germinação para os 3 substratos (areia, vermiculita e Plantmax). Já Souza *et al.* (2003) verificaram que o melhor substrato para germinação e índice de sincronismo de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) foi o de textura arenosa.

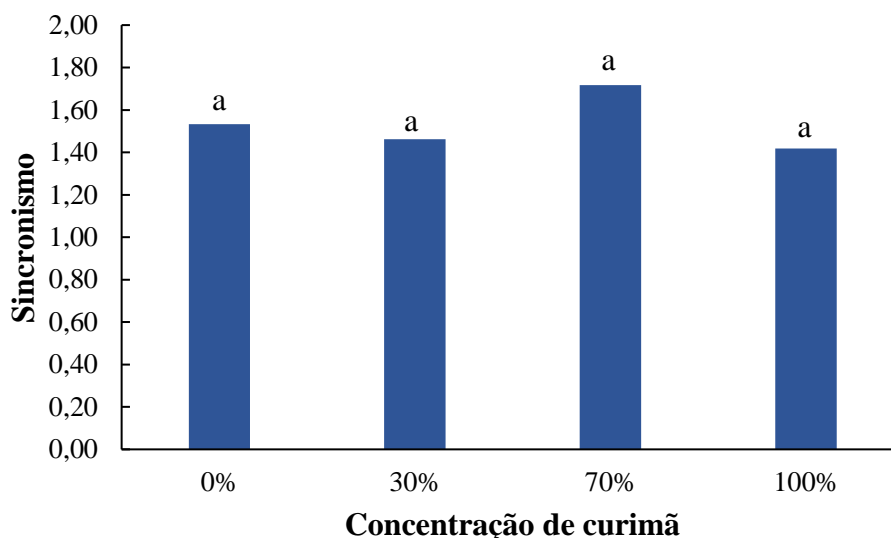


Figura 3. Índice de sincronismo para *P. multijuga* em função da concentração de curimã no substrato.

*médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto à altura da parte aérea das plantas (P.A), é possível observar que a espécie apresentou bom desenvolvimento nas diferentes concentrações do rejeito. Porém, o substrato utilizado rotineiramente no viveiro, acrescido de 30% de curimã, possui maior quantidade de matéria orgânica e bom teor de nutrientes disponíveis em relação ao substrato com 100% de material estéril de garimpo. Com essa concentração, pode-se observar o maior resultado para P.A (45,0 cm) (Figura 4).

Por meio do coeficiente de determinação (R^2), é possível verificar a capacidade da *P. multijuga* em adaptar-se a condições edáficas distintas, pois, apesar do aumento na concentração de curimã influenciar no tamanho de parte aérea da planta, a espécie continua com favoráveis parâmetros de crescimento. Costa *et al.* (2014) afirmam que a espécie tem ótimo

potencial de plantio em áreas com baixa disponibilidade de nutrientes, sendo muito indicada para programas de reflorestamento.

Silva *et al.* (2017) obtiveram resultados de comprimento de parte aérea inferiores para *Parkia platycephala Benth.* submetida ao substrato de textura arenosa e temperaturas a partir de 20 °C. Após a semeadura de *Crescentia cujete L.*, suas plantas apresentaram melhor crescimento nos substratos areia e vermiculita (Azevedo *et al.*, 2010).

Taiz e Zeiger (2013) estabelecem que mudas em condição de sombreamento podem apresentar crescimento acelerado devido à redistribuição de auxinas sintetizadas por folhas jovens. Essas enzimas vão para células corticais do hipocótilo, ocasionando o aumento desse tecido e, por consequência, o estiolamento da muda. A faveira vermelha possui classificação no estágio secundário inicial no grupo de sucessão ecológica. A espécie pode ocorrer na vegetação secundária, devido à dispersão irregular e descontínua de suas sementes (Lorenzi, 2002; Carvalho, 2009). Segundo Souza *et al.* (2018), a análise de parâmetros de crescimento é um método de grande importância na avaliação das diferentes respostas das plantas que sofrem influência na composição do substrato, sendo que este tem o papel de prover suporte às plantas e propiciar condições químicas e estruturais adequadas para o desenvolvimento inicial das raízes e da parte aérea (Gonçalves *et al.*, 2006).

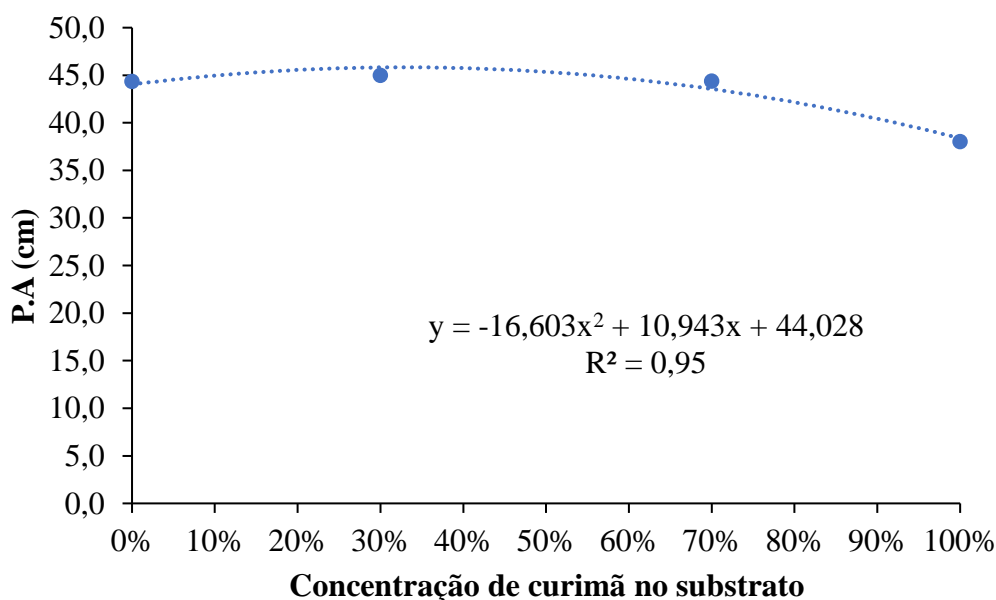


Figura 4. Altura da parte aérea em *P. multijuga* relacionada com a porcentagem de curimã no substrato.

O comprimento de raiz (Figura 5) não foi influenciado pela concentração de curimã ($p < 0,05$). Tal como a altura de parte aérea, a raiz apresentou bom desenvolvimento nas diferentes doses de curimã testadas, com valores superiores a 15 cm, demonstrando que o crescimento em diferentes condições edáficas ocorre na planta toda, o que justifica a sua predileção para recuperação de áreas degradadas. Scalon *et al.* (2011) afirmam que, após a germinação, o desenvolvimento do sistema radicular, enraizamento e absorção de nutrientes da planta são dependentes das características químicas, físicas e biológicas do substrato.

Silva *et al.* (2017), em seu estudo com *Parkia platycephala Benth.* sob diferentes substratos e temperaturas, para o parâmetro comprimento de raiz, obtiveram resultados para o substrato areia (3,96 cm) que diferem dos do presente estudo. Já para o substrato usual do viveiro, os valores do comprimento de raiz foram de 8,27 cm, inferiores quando comparados aos desta pesquisa, que atingiram 15,65 cm. Para Ferreira (2013), plantas que possuem um sistema radicular bem desenvolvido expressam o vigor das sementes que as originaram, aumentando as chances de um estabelecimento bem-sucedido frente a condições adversas.

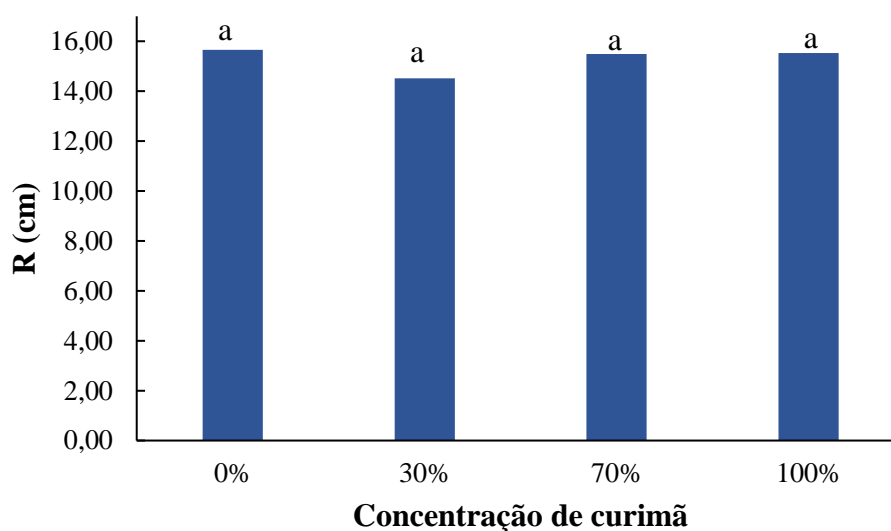


Figura 5. Comprimento de raiz em *P. multijuga* relacionado à porcentagem de curimã no substrato.

*médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto ao diâmetro de coleto (figura 6), não é possível inferir que o aumento da porcentagem de curimã influencie positivamente, pois não houve diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo todas as médias superiores a 6 mm e atingindo o maior valor em 6,41 mm a 100% de concentração de curimã. No entanto, Pereira (2014), em um estudo sobre

o crescimento inicial da espécie *Copaifera langsdorffi* sob diferentes concentrações do substrato areia, evidenciou uma relação positiva entre o substrato areia e o desenvolvimento do diâmetro de coleto. Além do substrato, outros fatores podem ser citados, como a luz, que, em excesso ou restrita, é capaz de estimular ou inibir o desenvolvimento do coleto. Ramos *et al.* (2004) verificaram que, aos quatro meses, as plântulas de *Amburana cearensis* A.C. Smith apresentaram diâmetro de coleto de 2,78 mm a 50% de sombreamento.

É evidente a importância do DC para a tomada de decisões a respeito da qualidade de mudas, pois é amplamente aceito como uma variável confiável, uma vez que oferece maior correlação com a sobrevivência de mudas em campo e é de fácil mensuração. Além disso, o diâmetro do colo chega a explicar 70 a 80% das diferenças que existem no peso de matéria seca das mudas (Cargnelutti Filho *et al.*, 2018). Sobrinho *et al.* (2010) relataram que plantas com pouco desenvolvimento do diâmetro de coleto podem apresentar dificuldades de se manterem eretas na fase de estabelecimento do plantio, o que pode ocasionar tombamentos, deformações e até morte.

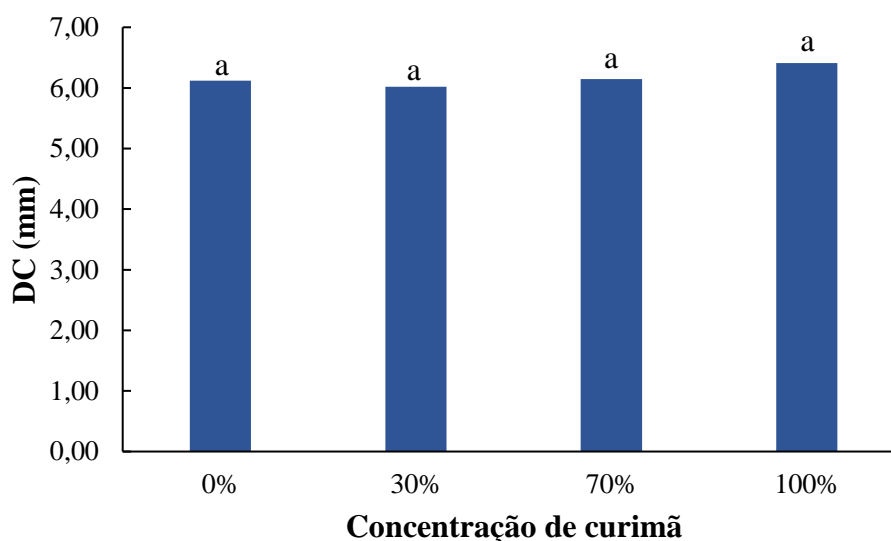


Figura 6. Diâmetro de Coleto (DC) de *P. multijuga* relacionado à concentração de curimã no substrato.

*médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Ao observar as médias de VOL. R. relacionado a doses de curimã (Figura 7), observa-se que há uma variação no aumento do volume de raiz (VOL. R.) que não segue a ampliação da concentração de curimã; quando este chega a 100%, o volume de raiz é a menor média obtida (0,91 ml). Ainda, segundo o teste Tukey a 5%, não houve diferença estatística

($p > 0,05$) entre as concentrações de curimã. Mudanças de Fava-tamboril (*Enterolobium maximum*), cultivadas em areia e substrato usual do viveiro com proporção 1:1, aos 30 dias após emergência, atingiram 2,50 ml de volume de raiz, e, aos 60 dias, 2,75 ml (Ribeiro *et al.*, 2023).

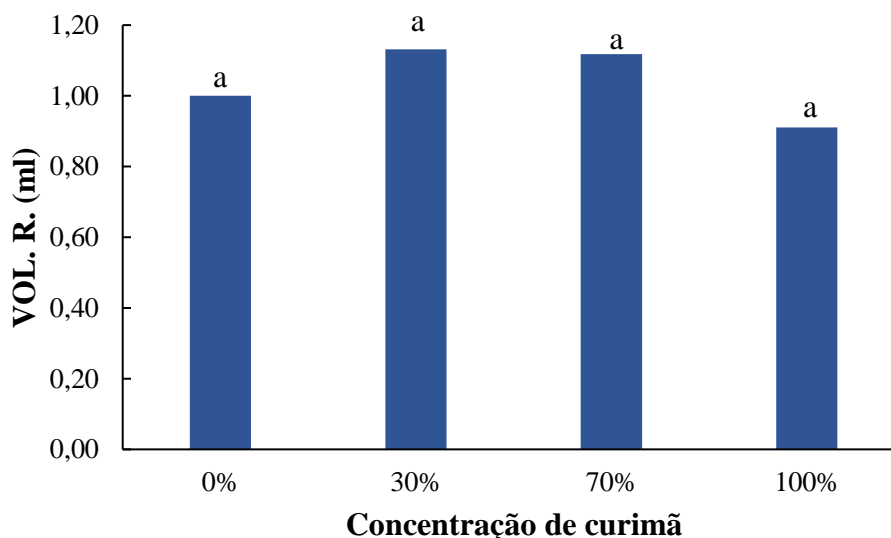


Figura 7. Volume de Raiz em *P. multijuga* relacionado à concentração de curimã no substrato. *médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

A Massa Seca de Raiz (MSR) não foi influenciada pela porcentagem de curimã ($p > 0,05$), e os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si (Figura 8). Observa-se que as médias revelaram o maior crescimento a 30% (0,44 g) e um decréscimo a 100% (0,32 g). Apesar dos resultados não significativos, todas as médias obtidas de comprimento de raiz foram acima de 15 cm, evidenciando boa adaptação da espécie (Figura 5). Ao submeter a espécie *P. platycephala Benth.* a diferentes substratos e temperaturas, Silva *et al.* (2017) obtiveram massa seca de raiz de 19,8 mg em substrato areia, valor inferior aos observados neste estudo.

Lepsch (2002) explica que o crescimento radicular é influenciado diretamente pelos atributos físicos do solo; os de textura arenosa possuem facilidade na permeabilidade, são leves e com baixa capacidade de retenção de água, além da baixa disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica. As maiores massas de raiz em baixas concentrações curimã podem estar relacionadas à disponibilidade de nutrientes e combinação dos substratos usual do viveiro e

arenoso, que estimulam a planta a investir no crescimento do seu sistema radicular, garantindo melhor e mais rápida absorção de água e o aproveitamento eficiente dos nutrientes disponíveis.

Costa *et al.* (2014), ao verificarem o acúmulo de biomassa de três espécies de *Parkia* de um plantio feito em área degradada, demonstraram que a *P. nítida*, *P. pendula* e *P. multijuga* mantiveram seus estoques de biomassa de raiz entre 0,52 e 19,65 mg. Os autores observaram que, dentre as três espécies, a *P. multijuga* exibiu maiores estoques de biomassa nas folhas e raízes, o que contribui tanto para aumentar os estoques de matéria orgânica e nutrientes no solo quanto para uma exploração mais eficiente desses recursos. Os resultados também se estendem aos estoques de nutrientes, nos quais a espécie apresentou maiores percentuais distribuídos no fuste, raízes grossas, raízes médias, folhas e galhos. Santana *et al.* (2008) afirmam que a alocação de nutrientes possui correlação com as características ecológicas da espécie e condições de sítio.

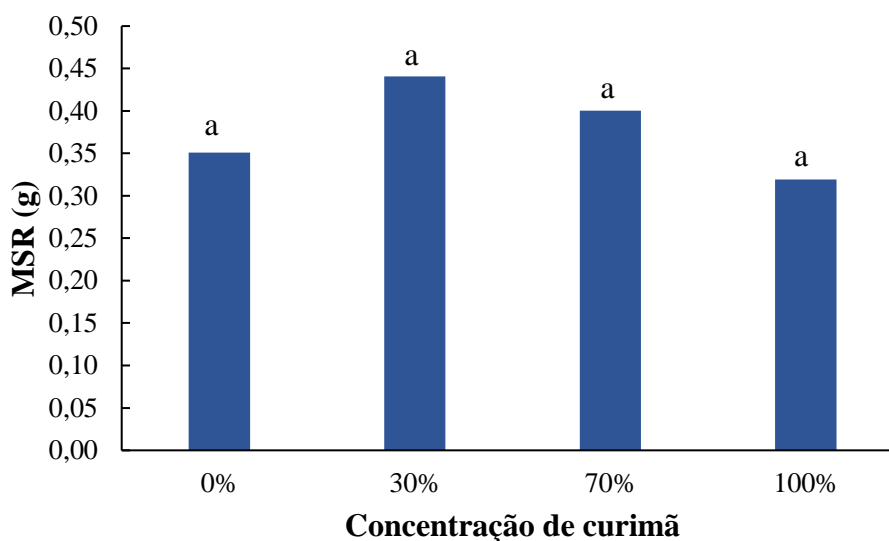


Figura 8. Massa seca de raiz (MSR) em *P. multijuga* em função da concentração de curimã no substrato.

Já com relação à massa seca da parte aérea (MSPA), os resultados se mostraram inversos ao aumento da concentração de curimã. O coeficiente de determinação (R^2) demonstrou forte correlação entre as concentrações de curimã e o acúmulo de biomassa na parte aérea da planta, sendo possível observar que, ao aumentar as concentrações de curimã, os valores de massa seca decrescem. Maeakawa (2018), ao estudar a influência da luminosidade e tamanho de recipiente no crescimento de *P. multijuga*, obteve resultados para MSPA de 55,90

g a 50% de sombreamento. Com cultivo no substrato platmax florestal, o autor destaca que o aumento do sombreamento causou decréscimo nos valores de MSPA e MSR.

De acordo com Ferreira *et al.* (2012), é importante estar atento aos padrões de alocação de biomassa e nutrientes das espécies de rápido crescimento, pois o sucesso do reflorestamento depende do comportamento em campo dessas espécies e da resposta dos indivíduos ao estresse causado pelo ambiente. Existem, por exemplo, espécies capazes de investir em biomassa aérea e área de superfície foliar, de modo a aumentar a captação de luz em ambientes sombreados, enquanto outras podem ser estimuladas a investir mais em raízes, para aumentar a absorção de água e nutrientes do solo em ambientes onde a sua disponibilidade é baixa (Bastien-Henri *et al.*, 2010).

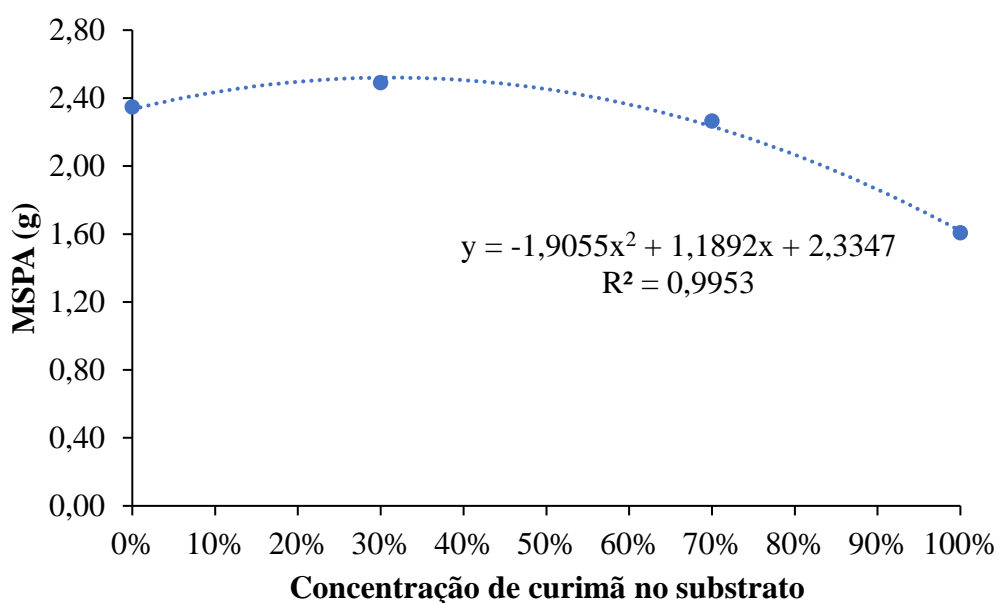


Figura 9. Massa seca da parte aérea (MSPA) em *P. multijuga* em função da concentração de curimã no substrato.

A partir dos resultados apresentados na Figura 9, é possível observar a tendência decrescente citada anteriormente a respeito da MSPA, ou seja, à medida que a porcentagem de curimã no substrato aumenta, a massa seca da parte aérea diminui. Porém, a 100% de concentração do curimã, a diferença de proporção entre as variáveis MSPA e MSR é menor. A razão desses parâmetros é comumente inferior em ambiente de baixa fertilidade, podendo ser considerada estratégia da planta para retirar o máximo de nutrientes naquela condição (Ribeiro *et al.*, 2021). Os resultados do estudo ora em tela, que podem ser observados na Tabela 5, corroboram esta afirmativa.

Gomes *et al.* (2019) reforçam que é preciso observar a relação de proporção da parte aérea da planta e sistema radicular, pois, quando a PA é expressivamente superior ao sistema radicular, a planta pode apresentar dificuldades na absorção e transferência de água, principalmente nas condições de campo, em que há maior exigência hídrica. Dantas *et al.* (2018) também relatam que a maior altura da planta nem sempre é um indicativo de qualidade para a muda ir a campo, pois o estiolamento pode facilitar o tombamento, o que compromete o sucesso do reflorestamento. A altura da planta é um dos parâmetros mais utilizados para seleção de mudas; contudo, o tamanho ideal varia em função da espécie, do manejo aplicado no viveiro e do sistema escolhido de plantio (Costa *et al.*, 2020). Para a espécie *P. multijuga*, o aumento da MSR em relação à parte aérea pode ser considerado benéfico, pois é um fator considerado importante para a sobrevivência da muda em campo.

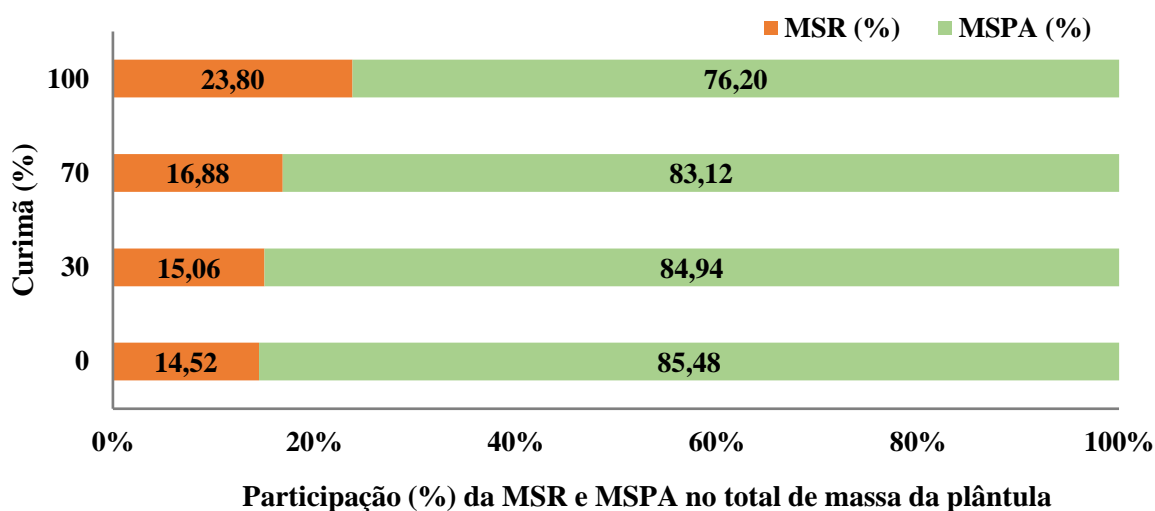


Figura 10. Proporção Massa Seca de Raiz (MSR) x Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) no total de massa de plântulas de *P. multijuga* em função da concentração de curimã no substrato.

A relação MSPA/MSR se mostrou positiva para a espécie, com valores mais expressivos a 0% e 30% de concentração de curimã (Tabela 5). No entanto, apesar do decréscimo, à medida que a porcentagem de curimã aumenta, os resultados não são considerados negativos para indicativo de qualidade de mudas. Maekawa (2018) obteve médias de MSPA/MSR de 3,08 e 3,43 para *P. multijuga* cultivada em viveiro sob 50% e 70% de sombreamento. A relação entre massa seca da parte aérea e a massa seca radicular das mudas

pode ser utilizada para expressar o padrão de qualidade de mudas. Porém, essa relação poderá não ter relevância para expressar o sucesso do crescimento em campo (Gomes; Paiva, 2012).

Tabela 5. Relação MSPA/MSR de plantas da *Parkia multijuga Benth.*

Concentração de curimã (%)	MSPA/MSR
100	3,20
70	4,92
30	5,64
0	5,88

5. CONCLUSÕES

A luminosidade e a temperatura influenciam na germinação e no crescimento de plântulas de *Parkia multijuga Benth.*, sendo que o tratamento com tela tipo sombrite (50% de luminosidade) estimula positivamente as variáveis dependentes estudadas: Germinação; IVE; Sincronismo; Mortalidade; Comprimento de Raiz; Comprimento de Parte Aérea; Diâmetro do Coleto; Volume de raiz; Massa Seca da Parte Aérea.

O uso do rejeito de garimpo, somado a outros tipos de substrato, pode ser uma opção viável para a produção de mudas, visto a sua disponibilidade e baixo custo, garantindo também boa aeração, absorção de água e boa porosidade.

A concentração de curimã no substrato influencia no IVE, Comprimento de Parte Aérea (PA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) das plântulas de faveira vermelha estudadas, aumentando o IVE e diminuindo PA e MSPA à medida que a concentração do rejeito aumenta.

O curimã é um material de baixa fertilidade natural, mas com potencial para uso como substrato na produção de mudas de *P. multijuga* visando intervenções para recuperação de áreas degradadas por atividades garimpeiras.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.C. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de multeiro (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) – Rubiaceae.** Rio Claro, IB/UNESP. 114p. Tese (Doutorado). UNESP. 2003.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AZEVEDO, C. F. BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; QUIRINO, Z. G. M. Germinação de sementes de cabaça em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 354-357, 2010.
- BARBOSA L.M. et al. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo.** São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, p.303-436. 2015.
- BASTIEN-HENRI, S.; PARK, A.; ASHTON, M.; MESSIER, C. Biomass distribution among tropical tree species grown under differing regional climates. **Forest Ecology and Management**. v. 260, p. 403 - 410, 2010.
- BEHLING, A.; BAMBERG, R.; PERRANDO, E. R.; EBLING, A. A.; PELISSARI. A. L. Influência do substrato na germinação e no índice de velocidade de emergência de sementes de *Bauhinia forficata* Link. **Enciclopédia biosfera**. v.9, n.17 p. 12, 2013.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário mineral**. DNPM. Brasília. 31 p. 2016.
- CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. O.; WENDLING, I.; MARTINS, R. C. C. Produção de Mudás. In: Schumacher, M.V.; Viera, M. (Ed). **Silvicultura do Eucalipto no Brasil**. Editora Ufsm, Santa Maria, RS, p. 47-80. 2016.
- CAMARA, C. A.; NETO, J. C. A.; FERREIRA, V. M.; ALVES, E. U.; MOURA, F. B. P. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (willd.) Benth. Ex walp. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 3, p. 281–290, 2008.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B. Dimensionamento Amostral para Avaliação de Altura e Diâmetro de Plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2018.
- CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, J. H. **Tratamentos alternativos de sementes de milho para controle e repelência de *Sitophilus Zeamais*.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, 2019.
- CARVALHO, P. E. R. Faveira-benguê (*Parkia multijuga*). Colombo: **Embrapa Florestas**. (Comunicado Técnico, 227). 2009. 6p

- CARVALHO, P. E. R. **Faveira-Benguê *Parkia multijuga***. Embrapa: Colombo, PR. 2009 (comunicado técnico, nº 227).
- CENTENO, L. N.; GUEVARA, M. D. F.; CECCONELLO, S. T.; SOUSA, R. O. D.; TIMM, L. C. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**. v.4, n.1, p. 31-37. 2017
- COSTA, E. et al. Telas de Sombreamento e Substratos na Produção de Mudas de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n. 3, p. 416-425. 2015.
- COSTA, K. C. P.; FERRAZ, J. B. S.; BASTOS, R. P.; FERREIRA, M. J.; REIS, T. S.; TRINDADE, A. S.; GUIMARÃES, G. P. Estoques de biomassa e nutrientes em três espécies de *Parkia* em plantios jovens sobre área degradada na Amazônia central. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 637-646, 2014.
- COSTA, C.C.; ALMEIDA, L.E.; CASTRO, V.R. Avaliação dos parâmetros morfológicos de espécies nativas da Mata Atlântica em tubetes biodegradáveis. **Revista Ambientale**, v.12, n.4, p.44-54, 2020.
- DANTAS, R.P. et al. Qualidade de mudas de *Tabebuia aurea* (manso) benth. & hook. em dois ambientes e diferentes níveis de fertirrigação. **Ciência Florestal**, v.28, n.3, p.1253-1262, 2018.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1 ed. Lavras: UFLA, p 83-124, 2008.
- DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L.; BALIEIRO, F. C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51, n. 9, p.1003-1020, 2016.
- FERREIRA, G. **Dormência de sementes: provocações e reflexões**. Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP. 2022, 179 p.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 218 p.
- FERREIRA, E. G. B. S. **Potencial fisiológico de sementes e produção de mudas de espécies florestais ocorrentes na caatinga de Pernambuco**. 2013. 159 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
- FERREIRA, J. M. C.; VIEIRA, D. L. M.; WLATER B. M. T. **Transposição de Topsoil (Camada Superficial do Solo) para a Restauração Ecológica no Cerrado**. Embrapa. Comunicado técnico. 5 p. 2015.
- FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, F. de C.; FERRAZ, J. B. S. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira-da-amazônia em área degradada e submetida à adubação. **Ciência Florestal**. v. 22, p. 393 - 401, 2012.
- FRONZA, D. HAMANN, J. J. **Viveiros e propagação de mudas**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 142 p. 2015.

GARCIA DE SANTANA, D.; PEREIRA, V. J.; BRANDÃO, N. A. L.; LOBO, G. A.; MARTINS, M. C. Intensidade da dormência de sementes de *Parkia pendula* (willd). Ex Walp. (Fabaceae). **Interciência**, v.40, n.10, p. 710-715, 2015.

GARCIA, V. A.; MODOLO, V. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; TUCCI, M. L. S.; ERISMANN, N. M.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) utilizando resíduo de mineração de areia como componente de substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 445-455, 2012.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2012. 116 p.

GOMES, S. H. M., GONÇALVES, F. B., FERREIRA, R. A., PEREIRA, F. R. M., RIBEIRO, M. M. J. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia plena**, v. 15, n. 1, p. 11-17, 2019.

GONÇALVES, F. G.; GOMES, S. S.; GUILHERME, A. L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (*Unonopsis lindmanii* R. E. FR.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 08, 2006.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e Fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF. p.309-350. 2005.

HE, Y.; HOU, L.; WANG, H.; HU, K.; McCONKEY, B. A modelling approach to evaluate the long-term effect of soil texture on spring wheat productivity under a rainfed condition. **Scientific reports**, v. 4, p. 1-12, 2014.

KOS, M.; POSCHLOD, P. Correlates of interspecific variation in germination response to water stress in a semi-arid savannah. **Basic and Applied Ecology**, n.9, p.645-652, 2008.

KRAVCHENKO, A. N.; NEGASSA, W. C.; GUBER, A. K.; HILDEBRANDT, B.; MARSH, T. L.; RIVERS, M. L. Intra-aggregate pore structure influences phylogenetic composition of bacterial community in macroaggregates. **Soil Science Society of America Journal**, v. 78, n. 6, p.1924-1939, 2014.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Monografias Científicas. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983. p. 170.

LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seed of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**. v. 19, n. 3, p. 507-512, 1978.

LABOURIAU L. G.; VALADARES M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. 48:174-186. 1976.

LEPSCH, IGO F. **Formação e Conservação dos Solos**. [S.l.]: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

LEWIS, G. et al. **Legumes of the World**. Richmond: Kew Publishing, 2005. 592 p.

LIMA, C.M.R de; BORGHETTI F.; SOUSA, M.V. Temperature and germination of the leguminosae *Enterolobium contorstisiliquum*, *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 9, n. 2, p. 97-102, 1997.

LISBOA, A. C. et al. Efeito do Volume de Tubetes na Produção de Mudanças de *Calophyllum brasiliense* e *Toonaciliata*. *Revista Árvore*, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1, 368 p.

MAEKAWA, L. **Luminosidade e volume do recipiente no desenvolvimento de mudas de figueira branca (*Ficus gomelleira* Kunth.) e faveira-benguê (*Parkia multijuga* Benth.) em condições de viveiro**. 84 f. Tese (Doutorado em agricultura tropical). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT. 2018.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.

MELO, L. A.; ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA, R. R.; & SILVA, D. T. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* benth. Produzidas em diferentes volumes de recipientes. *Ciência Florestal*, v. 28, n. 1 p. 47-55, 2018.

NASCIMENTO, E. V.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P.; NASCIMENTO S. F.; FARIAS, I. B. M.; OLIVEIRA, S. R. S. Superação de dormência em sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae). *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 92933-92948, 2020.

NASCIMENTO, E. V.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P.; NASCIMENTO S. F.; FARIAS, I. B. M.; OLIVEIRA, S. R. S. Superação de dormência em sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae). *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 92933-92948, nov. 2020.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; SOUZA, R. M.; GUIMARAES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Editora Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, DF, 124 p. 2016.

OLIVEIRA, R. M.; SOUZA, F. M. L. Análise de germinação e índice de velocidade de emergência do *ochromapyramidale*. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT*, n. 1, 2019.

PELLISSARI, F.; SILVA, C. J.; VIEIRA, C. V. Germinação de sementes de três espécies do gênero *Parkia* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência e temperatura. *Revista de Biologia Neotropical*, v. 10, n. 1, p. 28-35, 2013.

PEREIRA, K. C. L. **Crescimento inicial de *Copaifera langsdorffii* Desf., uma espécie de interesse comercial, em diferentes ambientes**. 52 p. Dissertação, (Mestrado). Universidade anhanguera-UNIDERP. Campo Grande – 2014.

PREZOTTI, L. C.; GUAÇONI, M. A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p.

PUÉRTOLAS, J.; JACOBS, D. F.; BENITO, L. F.; PEÑUELAS, J. L. Cost-benefit analysis of different container capacities and fertilization regimes in *Pinus* stock-type production for forest restoration in dry Mediterranean areas. **Ecological Engineering**, v. 44, p. 210-215, 2012.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SOUZA-FILHO, J. C.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemao) A.C.Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 351-358, 2004.

RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.53, p.179-194, 2006.

RIBEIRO, A. P. M. S.; LIMA, C. A.; LOPES, M. B.; MOURA, D. M. de O.; FERREIRA, A. L. L.; MARTINS, A. L. L.; CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F. Use of Trichoderma in promoting the growth of forest seedlings. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, 11 p, 2023.

RIBEIRO, I. F. N.; CARVALHO, C. A.; ANDRADE, R. A.; SOUZA, F. C.; BRITO, R. S.; TEIXEIRA JUNIOR, D. L.; NASCIMENTO, M. M. Morfometria de mudas de itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez) produzidas a partir de substratos alternativos. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 11. 2021.

RIBEIRO, I. F. N.; CARVALHO, C. A.; JANUÁRIO, J. L.; PRADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. R.; OLIVEIRA, R. F. S. Emergência de plântulas de jutaí (*Hymenaea oblongifolia* Huber. Fabaceae) em diferentes substratos. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, n. 1, p. 96-101, 2020.

ROCHA, C. R. M. et al. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Nativa**, Sinop, v. 02, n. 01, p. 42-47, 2014.

SALOMÃO, A. N. et al. **Sementes: o produtor pergunta, a Embrapa Responde**. Brasília, DF: Embrapa, 308 p. 2023.

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

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2723 - 2733, 2008.

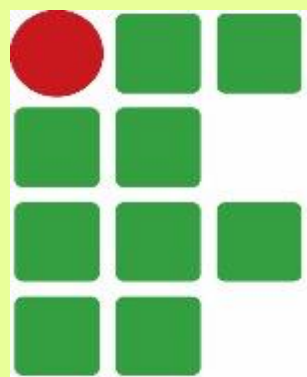
SANTOS, D. L.; CARDOSO, V. J. M. Thermal-biological aspects on seed germination of *Cucumis anguria* L.: Influence of the seed coat. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 435-440, 2001.

SCALON, S. P. Q, FILHO, H. S.; MASETTO, T. E.; aspectos da germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de aroeira. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 533-539, 2012.

- SCALON, S. P. Q.; JEROMINE, T. S. Substratos e níveis de água no potencial germinativo de sementes de uvaia. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 49-58, 2013.
- SCALON, S. P. Q.; TEODÓSIO, T. K. C.; NOVELINO, J. O.; KISSMANN, C.; MOTA, L. H. S. Germinação e crescimento de *Caesalpinia ferrea* mart. Ex tul. Em diferentes substratos. **Revista. Árvore**, vol.35, n.3, suppl.1, pp.633-639,2011.
- SCREMIN-DIAS, E. et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. Campo Grande, Ms: Ed. Ufms, 2006. 59 p.
- SIEBENEICHLEN, S. C.; FREITAS, G. A. D.; SILVA, R. R. D.; ADONIRAN, G. C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazonica**. v.38, n.3, p. 467- 472. 2008.
- SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G.; ANDRADE, R. A. Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v.19, p.61-64, 2006.
- SILVA, R. B.; MATOS, V. P.; FARIAS, S. G. G.; SENA, L. H. M.; SILVA, D. Y. B. O. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Rev. Ciênc. Agron.** v. 48, n. 1, p. 142-150, 2017.
- SOARES, I. D.; PAIVA, A. V.; MIRANDA, R. O. V.; MARANHO, A. S. Propriedades físico-químicas de resíduos agroflorestais amazônicos para uso como substrato. **Revista Nativa**, v. 02, n. 03, p. 155-161. 2014.
- SOBRINHO, S. P.; LUZ, P. B.; SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.2, p.238-243, abr./jun. 2010.
- SOUZA M. A S. M.; RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P. **Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich)** In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54.; REUNIÃO AMAZÔNICA DE BOTÂNICA, 3., 2003, Belém. Resumos... Belém: Universidade da Amazônia, 2003. p.356.
- SOUZA A. G.; SMIDERLE, O. J.; BIANCHI, V. J. Biometric Characterization and morphophysiological quality of Peach rootstock seeds using images of their plantlets vigor. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, v. 9, n. 2, p.1- 9, 2018.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxina: o primeiro hormônio do crescimento vegetal descoberto. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre, p.543 – 580. 2013.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.
- WANG, Q.; OTSUBO, K. & ICHINOSE, T. **Digital map sets for evaluation of land productivity**. Disponível em: <<http://www.iscgm.org/html4/pdf/forum2000/DrQinxueWang.pdf>>

APÊNDICE

PTT – PRODUTO TÉCNICO- TECNOLÓGICO



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí



**Manual para beneficiamento de sementes e
produção de mudas de faveira vermelha
(*Parkia multijuga*
Benth.)**

**LEANDRO RIBEIRO PIRES
NEIMAR DE FREITAS DUARTE**

**BAMBUÍ - MG
2024**

FICHA TÉCNICA PARA A PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA

2024. MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA AMBIENTAL (MPSTA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)

Não há direitos reservados. A reprodução está autorizada, no todo ou em parte, desde que a obra original seja devidamente referenciada.

INFORMAÇÕES E CONTATOS

IFMG/BAMBUÍ – Fazenda Varginha – Rodovia Bambuí/Medeiros – Km 05

Caixa Postal 05 – Bambuí – MG - 38900-000 - www.bambui.ifmg.edu.br

REITOR DO IFMG – Prof. Dr. Rafael Bastos Teixeira

PRÓ-REITOR DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dra. Gislayne Elisana Gonçalves

DIRETOR GERAL DO IFMG – BAMBUÍ - Prof. Dr. Humberto Garcia de Carvalho

DIRETOR DE INOVAÇÃO PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO IFMG/BAMBUÍ - Prof. Dr. Gustavo Augusto Lacorte

COORDENADORA DO MPSTA - Prof. Dra. Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de Paula

AUTORES

Leandro Ribeiro Pires (aluno)

Neimar de Freitas Duarte (orientador/a)

IMAGENS

Catologação na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

P667m Pires, Leandro Ribeiro.
Manual para beneficiamento de sementes e produção de mudas de faveira vermelha (*Parkia multijuga* Benth.). / Leandro Ribeiro Pires, Neimar de Freitas Duarte. – Bambuí, 2024.
13 p. : il. ; color.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
– Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em
Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2024.

1. Germinação de sementes. 2. Garimpo. 3. Amazônia. I. Duarte, Neimar de Freitas. II. Título.

CDD 571.862

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802

APRESENTAÇÃO

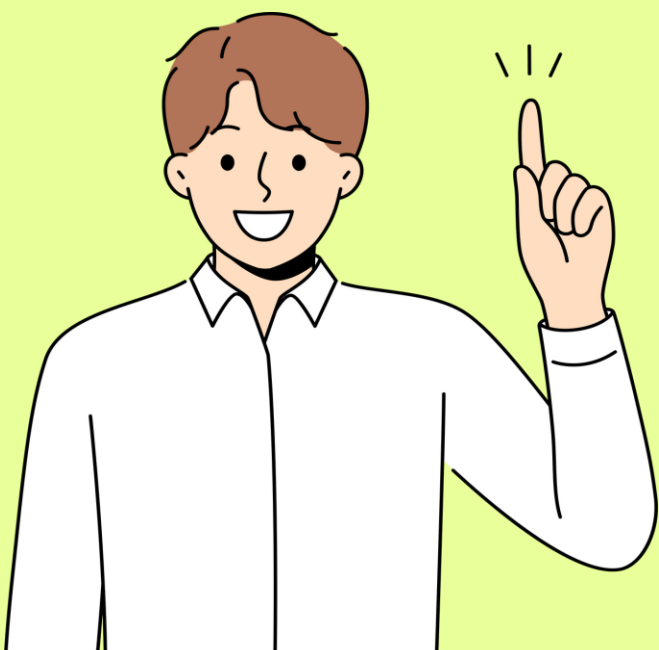
Olá produtor! Meu nome é Leandro, sou mestrando do IFMG-Bambuí-MG. Desenvolvi minha dissertação de mestrado baseada no aproveitamento de rejeito de garimpos e na utilização de uma espécie com grande potencial para recuperar áreas degradadas, a faveira vermelha.

Este Produto Técnico Tecnológico faz parte da minha dissertação, intitulada “Germinação e crescimento de plântulas de faveira vermelha (*Parkia multijuga* Benth.) utilizando rejeito de garimpo (“curimã”) em Itaituba - PA”, que teve como orientador o professor Neimar de Freitas Duarte.

Como produto final da pesquisa, foi desenvolvido esse material que traz informações sobre a espécie e técnicas para reprodução dela.

Este manual técnico tem como objetivo auxiliar você no processo de beneficiamento de sementes e produção de mudas dessa árvore, visto que seu papelé extremamente importante para o reflorestamento. Também aborda técnicas de baixo custo e fácil aplicação, sendo acessível a todos.

Boa Leitura!



Parkia Multijuga Benth.

Populamente conhecida como faveira vermelha, faveira-arara, faveira-benguê, benguê. tucupi, visgueiro, paricá e varjão.

No Brasil, ocorre em matas de terra firme e várzea, nos estados do Pará, Amazonas, Acre, Mato Grosso, Rondônia e Roraima.

Sua madeira é utilizada em molduras, utensílios de cozinha, compensados, celulose e produção de energia.



Na Amazônia a espécie é empregada em móveis, construções leves, caixotaria, construção de canoas e assoalhos.

No Pará, a frutificação ocorre no período chuvoso, nos meses de agosto a outubro, a coleta de frutos maduros é feita em novembro e dezembro.

Por ser uma árvore muito alta, podendo atingir até 40 metros de altura, é necessário esperar que os frutos caiam espontaneamente.,

FRUTO



De cor marrom-escura a preto, os frutos da faveira são grandes, medem cerca de 29 cm e possuem até 14 sementes grandes dentro.

A casca do fruto é dura, lenhosa e para que a retirada das sementes seja facilitada é recomendável colocá-los em água por até 24 horas.



Após o período de imersão em água é possível realizar a retirada das sementes com ajuda de tesoura de poda, facão ou martelo.



Sempre se lembre de manter as mãos e os olhos protegidos com óculos e luvas!

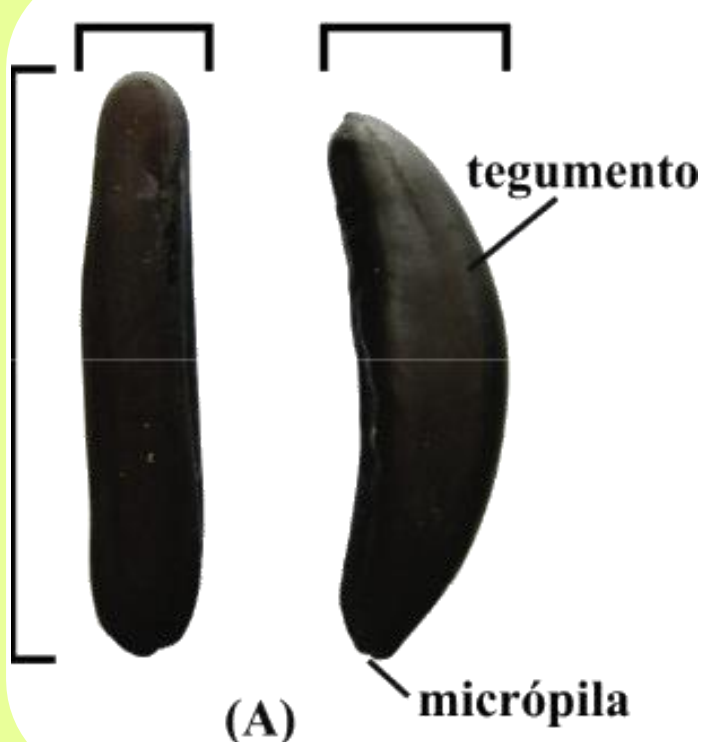
SEMENTE



As sementes são grandes, duras, da mesma cor do fruto, com média de 5,4 cm de comprimento, 1,4 cm de largura e 1,1 cm de espessura.

Elas possuem uma característica chamada de **dormência tegumentar**, o que impede sua germinação mesmo em condições favoráveis. Por isso, é necessário utilizar técnicas de **quebra de dormência**.

Para dar início ao processo de quebra de dormência é importante conhecer um pouco da estrutura da semente para não danificar o embrião, garantindo o sucesso na germinação.



Tegumento - na faveira é uma casca dura que protege o embrião. Para que a germinação comece é necessário romper o tegumento.

Micrópila - É o ponto por onde a água entra. Fica no mesmo lado do embrião.

QUEBRA DE DORMÊNCIA

Vários tipos de tratamento são utilizados para superar a dormência, mas neste manual serão descritos os dois principais, sem grandes custos e com o mínimo de exigências técnicas.

1. ESCARIFICAÇÃO

É “raspar” as sementes numa superfície áspera. Para essa espécie a lixa é extremamente eficiente e pode ser utilizada seguindo alguns passos.



Pode ser usada a lixa d'agua n° 80 até 100. Com pouca pressão da semente sobre ela é possível obter os resultados desejados.

IMPORTANTE!!!

Antes de lixar é preciso prestar atenção no lado certo para não “matar” o embrião. A seguir estão imagens das duas extremidades da semente, que vão auxiliar a diferenciar e escolher o lado correto a ser raspado.



Lado do embrião - ponta curvada, parecendo uma cicatriz. Nessa extremidade não se pode machucar, lixar ou cortar.

Lado oposto ao embrião - possui a ponta lisa. Nessa extremidade os tratamentos podem ser aplicados sem riscos.



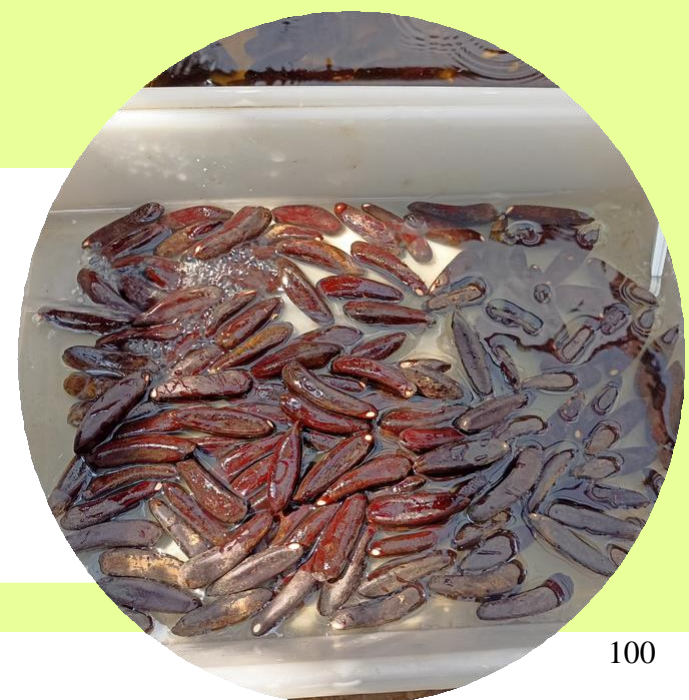
Após achar o lado correto a semente deve ser lixada até atingir a “parte branca”.

Não é necessário uma abertura grande, apenas até o ponto em que você consiga ver que a parte dura da semente foi retirada.



Vale lembrar que a utilização de luvas para essa atividade é importante, pois protege as mãos.

Após lixar todas as sementes é preciso colocá-las imersas em água por pelo menos 4 horas. Isso vai garantir que a germinação ocorra mais rapidamente



2. DESPONTE



É um pequeno corte no lado oposto ao embrião. A diferença deste método para a escarificação é apenas a ferramenta utilizada.

Para o desponte pode ser utilizado uma tesoura de poda. É de fácil acesso e vai garantir um corte rápido e eficiente.



Para este tratamento além da utilização de luvas é importante estar com óculos de proteção. Eles evitam que cacos das sementes atinjam seus olhos.

Após o corte em todas as sementes é preciso também colocá-las imersas em água por pelo menos 4 horas para acelerar o início da germinação.



SUBSTRATO



Bem como a quebra de dormência, o substrato é essencial para o êxito da germinação. Ele garante umidade e nutrientes para as plantas.

A faveira possui alta germinação em substratos arenosos, porém é necessário combiná-los com outros tipos de material porque a areia possui baixo teor de nutrientes, o que afetaria o crescimento das plantas.



Uma alternativa acessível de complemento ao substrato arenoso é a camada superficial do solo, composta por folhas, raízes e microorganismos responsáveis pela decomposição de material vegetal. Isso garante nutrientes para as plantas.

SEMEADURA



Após concluir as etapas anteriores, a sementeira pode ser feita em tubetes, sementeira ou diretamente em saquinhos para mudas. É preciso colocar a semente em até 1cm de profundidade, pois isso garante que ela receba luz do sol.

As irrigações podem ser feitas duas vezes ao dia, pela manhã e no final da tarde. Cerca de 10 dias após a sementeira é possível observar que as plantinhas já começam a aparecer.




No início do processo é importante manter as mudas em ambiente sombreado (ideal sombrite 50%), diminuindo o excesso de calor e luz. Após 30 dias, caso as mudas estejam em tubetes ou sementeira é preciso colocá-las em saquinhos para seu pleno crescimento.

Após 60 dias é possível fazer a transferência das mudas para uma área aberta e deixar por pelo menos 30 dias. Esse processo é chamado de **rustificação**, que vai ajudar na adaptação ao clima real do local. Após esse período a muda já pode



REFERÊNCIAS

- ALMADA, A. P. et al. "Characterization and classification of soils from an Amazonic Biome in western Pará." *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 16: 1-8, 2021.
- ALMEIDA, M.; ALMEIDA, C. V. *Morfologia da raiz de plantas com sementes*. Piracicaba: ESALQ/USP, 2014. 71 p.
- BARBOSA L.M. et al. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, p.303-436. 2015.
- CAMARA, C. A. et al. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (willd.) Benth. Ex walp. *Ciência Florestal*, 18: 281-290, 2008.
- CENTENO, L. N. et al. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade*. 4: 31-37, 2017.
- COSTA, K. C. P. et al. Estoques de biomassa e nutrientes em três espécies de *Parkia* em plantios jovens sobre área degradada na Amazônia central. *Floresta*, 44: 637-646, 2014.
- DUTRA, A. F. et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. et. Zucc. em diferentes substratos. *Ciência Florestal*. 26: 411-418, 2016.
- FERREIRA, J. M. C.; VIEIRA, D. L. M.; WLATER B. M. T. Transposição de Topsoil (Camada Superficial do Solo) para a Restauração Ecológica no Cerrado. Embrapa. 5 p. 2015. (Comunicado técnico).
- FRONZA, D. HAMANN, J. J. Viveiros e propagação de mudas. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 142 p. 2015.
- MAEKAWA, L.; COELHO, M. Substrates and light conditions in the growth of seedlings of *Parkia multijuga* Benth. *Floresta*. 51: 623. 2021.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.
- OLIVEIRA, M.C. et al. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. Editora Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, DF, 124 p. 2016.
- OLIVEIRA, R. M.; SOUZA, F. M. L. Análise de germinação e índice de velocidade de emergência do *ochromapyramidale*. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT*, s/v.: 1-7, 2019.
- PELLISSARI, F.; SILVA, C. J.; VIEIRA, C. V. Germinação de sementes de três espécies do gênero *Parkia* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência e temperatura. *Revista de Biologia Neotropical*, 10: 28-35, 2013.
- RIBEIRO, A. P. M. S. et al. Uso de *Trichoderma* na promoção de crescimento de mudas florestais. *Research, Society and Development*, 12: 11 p, 2023.

An aerial photograph of a lush, dense tropical forest. The canopy is a mix of various shades of green, with a single, large tree in the center-right area that stands out with its bright yellow foliage. The forest extends to the horizon under a slightly hazy sky.

**“Plante árvores hoje e colha
benefícios para as futuras
gerações amanhã.”**