

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

JESSICA TERRA SOARES

*Bowdichia virgilioides* Kunth:

MORFOBIOMETRIA, VIABILIDADE E, TÉCNICAS ALTERNATIVAS E  
SUSTENTÁVEIS PARA GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO

2024

JESSICA TERRA SOARES

*Bowdichia virgilioides* Kunth:

MORFOBIOMETRIA, VIABILIDADE E, TÉCNICAS ALTERNATIVAS E  
SUSTENTÁVEIS PARA GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS

Monografia apresentada ao  
Departamento de Ciências  
Florestais e da Madeira da  
Universidade Federal do Espírito  
Santo, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheira  
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2024

JESSICA TERRA SOARES

*Bowdichia virgilioides:*

Morfobiometria, viabilidade e, técnicas alternativas e sustentáveis para  
germinação e produção de mudas

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da  
Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial  
para obtenção do título de Engenheira Florestal

Aprovada em ...19... de ...Junho... de ...2024.....

COMISSÃO EXAMINADORA

*Cristiane Coelho de Moura*

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Coelho de Moura  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora

*Daiani Bernardo Pirovani*

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daiani Bernardo Pirovani  
Instituto Federal do Espírito Santo

*Patrícia Borges Dias*

---

Dr<sup>a</sup>. Patrícia Borges Dias  
Universidade Federal do Espírito Santo

*Dedico este trabalho as vozes da minha cabeça e as demais vozes que lhe fazem companhia.*

O machado do lenhador pediu  
que a árvore lhe desse um cabo.  
A árvore deu.

*Esopo*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e ao meu irmão, vocês são luz.

À Carolina, Maria Vitória, Karol, Lorena V., Tati, Bárbara e Anna: sem vocês eu estaria perdida e não teria projeto! Obrigada por cada momento.

Ao Otávio, sem você não existiria o Viveiro Florestal UFES.

À Professora Cristiane, por me acolher no mundo da Silvicultura de Nativas, pela orientação e paciência. E, acima de tudo, por ter ideias tão mirabolantes quanto as minhas.

Aos meus amigos que entraram nessa jornada comigo em 2019, em especial a Bia e o Cadu, que me conhecem desde os tempos de IFES.

À Marina, Gustavo, Ricardo e tantos outros que a UFES me presenteou e que se tornaram parte essencial da minha vida.

Ao meu grande amigo, Flávio Boff. Apesar da distância, sempre esteve presente.

À Professora Daiani, que não apenas aceitou compor a banca deste TCC, mas também, junto com as Professoras Lilianne e Telma, são meu primeiro exemplo de Engenheiras Florestais.

À Patrícia, por compor a minha banca e por encher o Departamento de alegria ao lado do Professor Nilton e do NUPEME.

À Izabella, por me ajudar com as análises de taninos.

Ao Hudson, Antônio e Geovanna pela ajuda.

Ao NUDEMAFI, por me acolher durante três anos.

Ao NUPEMASE, por me receber nestes últimos anos.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por ser minha segunda casa.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Espírito Santo, pela concessão das bolsas pelo edital FAPES Nº 14/2022, Mulheres na Ciência. TO: 933/2022; Processo: 2022-XZK8B.

Às empresas IMETAME – Metalmecânica e AngloAmerican Minério de Ferro, pela doação dos lotes de sementes.

E, por último, mas não menos importante, ao ensino gratuito, de ingresso e permanência dos estudantes. Que estes mecanismos nunca deixem de existir, mas sim, que possam sempre melhorar.

## RESUMO

Conhecida popularmente no Brasil como sucupira-preta, a *Bowdichia virgilioides* Kunth é uma espécie arbórea nativa brasileira de ampla distribuição geográfica, presente em quase todos os domínios fitogeográficos do país de grande importância socioeconômica devido a sua aplicabilidade em diversos usos. As sementes dessa espécie são consideradas ortodoxas, apresentando dormência do tipo tegumentar. Em razão disso, foram testados diferentes tratamentos pré-germinativos, em diferentes composições de substratos e, em diferentes recipientes. O melhor tratamento encontrado para esta espécie foi Imersão em Álcool 70% + Fogo 60s. Em relação ao substrato, destacou-se: o Substrato Comercial 100%, Vermiculita + Casca de Arroz Carbonizada (7:3) e Biossólido (*i.e.*, Lodo de Esgoto) não havendo diferença estatística entre os recipientes testados de 55 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> para desenvolvimento inicial das mudas. A espécie apresenta alta mortalidade, por isso, sugere-se classificar as sementes em diferentes lotes de cor. Por conseguinte, as sementes claras (*i.e.*, vermelhas e laranjas) podem ser semeadas após tratamento pré-germinativo, já as de coloração marrom-esverdeada não devem passar por nenhum tratamento pré-germinativo antes de serem semeadas. E as sementes pretas devem ser descartadas, uma vez que possuem baixa e/ou nenhuma viabilidade.

Palavras-chave: Sucupira-preta. Quebra de dormência. Silvicultura de Espécies Nativas. Substratos alternativos. Tecnologia de sementes.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo geral.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 O indivíduo arbóreo.....	5
2.2 Morfobiometria, característica química, viabilidade e germinação.....	6
2.3 Mecanismos para quebra de dormência tegumentar de sementes.....	7
2.4 Uso de substratos comerciais e alternativos na produção de mudas.....	8
2.5 Uso do hormônio sintético Ácido Giberélico para melhoria da emergência de <i>Bowdichia virgilioides</i> .....	9
3 METODOLOGIA.....	10
3.1 Obtenção das sementes.....	10
3.2 Avaliações sobre as características morfológicas, biométricas e quantificação de taninos.....	11
3.3 Teste de vigor e viabilidade de sementes.....	13
3.4 Teste de germinação.....	13
3.5 Propagação sexuada de mudas em diferentes recipientes e substratos.....	15
3.6 Avaliação da emergência de <i>Bowdichia virgilioides</i> submetidas a diferentes doses de giberelina em diferentes substratos comerciais e alternativos.....	17
3.7 Softwares.....	19
4 RESULTADOS DA PESQUISA.....	20
4.1 Avaliações sobre as características morfológicas, biométricas e quantificação de taninos.....	20
4.2 Teste de vigor e viabilidade de sementes.....	22
4.3 Teste de germinação.....	23
4.3.1 Teste das sementes aleatórias.....	24

4.3.2 Teste das cores.....	27
4.4 Propagação sexuada de mudas em diferentes recipientes e substratos comerciais e alternativos.....	29
4.5 Avaliação da emergência de <i>Bowdichia virgilioides</i> submetidas a diferentes doses de giberelina em diferentes substratos comerciais e alternativos.....	35
5 CONCLUSÕES.....	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICE.....	45
Apêndice I – Resultados biométricos de sementes de <i>Bowdichia virgilioides</i> .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos pré-germinativos testados em diferentes tempos e concentrações para <i>Bowdichia virgilioides</i> .....	14
Tabela 2 – Relação da composição e proporção dos substratos testados.....	15
Tabela 3 – Quantificação de taninos separados por classes.....	22
Tabela 4 – Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e taxa de germinação (G%) para diferentes métodos de superação de dormência tegumentar para <i>Bowdichia virgilioides</i> em lotes de sementes de diferentes idades.....	24
Tabela 5 – Resultado das análises químicas dos substratos alternativos.....	29
Tabela 6 – Média das alturas (H) em (cm) e número de folhas (NF) expandidas de <i>Bowdichia virgilioides</i> aos quatro meses de idade produzidas em diferentes volumes de recipientes e composições de substratos comerciais e alternativos.....	30
Tabela 7 – Média dos diâmetros a altura do coleto (DAC) em (mm) e porcentagem de mortalidade de <i>Bowdichia virgilioides</i> aos quatro meses de idade produzidas em diferentes volumes de recipientes e composições de substratos comerciais e alternativos.....	31
Tabela 8 – Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e taxa de emergência para <i>Bowdichia virgilioides</i> após Imersão em Álcool 70% + Fogo 60s em diferentes composições e concentrações de substratos alternativos e comerciais.....	34
Tabela 9 – Emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de sementes de <i>Bowdichia virgilioides</i> em diferentes composições e concentrações de substratos comerciais e alternativos.....	36
Tabela 10 – Emergência (%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de <i>Bowdichia virgilioides</i> em diferentes concentrações de ácido giberélico (GA).....	36

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Classificação por cor das sementes de *Bowdichia virgilioides*. (A) pretas. (B) vermelhas. (C) laranjas. (D) marrom-esverdeadas. (E) escala de cores. (F) sementes de coloração aleatória. (Lote 1) ..... 21
- Figura 2 – Sementes de *Bowdichia virgilioides* utilizadas no teste de viabilidade. (A) concentração 0,5g/100 ml de água destilada em 2 horas de embebição. (B) concentração 0,5g/100 ml de água destilada em 4 horas de embebição. (C) concentração 1,0g/100 ml de água destilada em 2 horas de embebição. (D) concentração 1,0g/100 ml de água destilada em 4 horas de embebição. (E) representa sementes deterioradas, onde, letras minúsculas e maiúsculas não diferem entre si. (Lote 1) ..... 23
- Figura 3 – Germinação do Lote 1 de *Bowdichia virgilioides* sob efeito de diferentes tratamentos pré-germinativos ao longo do tempo..... 25
- Figura 4 – Germinação do Lote 2 de *Bowdichia virgilioides* sob efeito de diferentes tratamentos pré-germinativos ao longo do tempo..... 26
- Figura 5 – Germinação ao longo do tempo de sementes de *Bowdichia virgilioides* após lmersão em Álcool 70% + Fogo 60s separadas por classes de cor..... 27
- Figura 6 – Teste de germinação em sementes de *Bowdichia virgilioides* usando ácido sulfúrico por 10 minutos em sementes de diferentes colorações: (Aa) pretas. (Bb) vermelhas. (Cc) marrom-esverdeadas. (Dd) laranjas, onde: letras maiúsculas referem-se ao décimo primeiro dia de avaliação das amostras e letras minúsculas referem-se ao trigésimo dia de avaliação (Lote 1 + Lote 2) ..... 28
- Figura 7 – Tendência do crescimento em altura para as mudas de *Bowdichia virgilioides* ao longo do tempo..... 32
- Figura 8 – Curva de crescimento em diâmetro a altura do coleto para mudas de *Bowdichia virgilioides* ao longo do tempo..... 33
- Figura 9 – Diferentes processos de avaliação das mudas *Bowdichia virgilioides*. (A) mudas na casa de vegetação. (B) medição da altura da muda. (C) medição do diâmetro a altura do coleto. (D) medição da temperatura do substrato. (E) crescimento de lodo nos substratos onde não houve emergência de mudas. (F) muda após o período de avaliação de 4 meses em tubete de 280 cm<sup>3</sup>. (G) muda após o período de avaliação de 4 meses em tubete de 55 cm<sup>3</sup>. (H) vista aérea de algumas mudas após o período de avaliação de 4 meses em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>..... 35
- Figura 10 – Tempo médio de emergência (TME) de *Bowdichia virgilioides* sob diferentes concentrações de ácido giberélico (GA) ao longo do tempo..... 37



## 1. INTRODUÇÃO

É impossível falar de florestas nativas no Brasil sem, primeiramente, abordar assuntos relacionados com a história de formação do mesmo até o momento em que o conhecemos atualmente. A exploração florestal, com fins comerciais no país, inicia-se com as derrubadas de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H. C. Lima & G. P. Lewis) para extração de brasilina presente na madeira sólida usada no tingimento de tecidos de luxo (SERRANO; LOPES; SERUYA, 2008). Desde a exploração extrativista dessas florestas pelos povos Lusos no século XV, houve quase ou nenhuma preocupação governamental em gerenciar e administrar as atividades florestais exercidas no país (CGEE, 2002).

O uso excessivo da terra e dos recursos florestais naturais levou à sua exaustão ao longo do tempo. No entanto, a implementação do Código Florestal em 1934 marcou um ponto de inflexão nesse cenário (FILHO *et al.*, 2015). Este Código, embora promissor em seu conteúdo inicial, passou por reformulações significativas, sendo a mais notável em 2012 com a introdução do Novo Código Florestal. Este último é o atual marco regulatório que busca proteger e promover o uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa. Além disso, para o Bioma Mata Atlântica, o Art. 7º da Lei Nº 11.428 (2006) estabelece diretrizes claras para a sua proteção e uso sustentável. Estas incluem a manutenção e recuperação da biodiversidade, vegetação, fauna e regime hídrico, o estímulo à pesquisa e difusão de tecnologias de manejo sustentável, o fomento de atividades públicas e privadas alinhadas com o equilíbrio ecológico, e o disciplinamento da ocupação rural e urbana para harmonizar o crescimento econômico com a preservação ambiental (BRASIL, 2006).

Embora tenham sido implementados incentivos fiscais, políticas públicas e uma reformulação do setor florestal com a utilização de espécies exóticas em substituição às nativas, aliviando a pressão sobre as florestas naturais, essas medidas mostraram-se insuficientes para preservar e conservar essas áreas. Isso se deve ao fato de que atividades agropecuárias e extrativistas continuam a impulsionar o desmatamento e a mudança no uso da terra em todos os biomas, com a Amazônia e o Cerrado respondendo por 62% do desmatamento ilegal no país (RAJÃO *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2022). Além disso, temos as áreas degradadas que são abandonadas devido

ao mal uso e que perdem sua capacidade resiliente dificultando, e na maioria das vezes anulando, seu processo regenerativo natural.

Dessarte, devido a incapacidade desse sistema retornar a qualquer estado de equilíbrio, surge a necessidade de intervenção humana especializada. Principalmente, porque a degradação dos ecossistemas não afeta apenas o aspecto local, mas também, gera impactos a níveis globais (WWF BRASIL, 2017). Desde 1988, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) gera relatórios sobre as mudanças climáticas ao redor do mundo, suas implicações e os possíveis riscos futuros, além de propor medidas mitigatórias. Dentre essas medidas, o IPCC destaca a importância da “Restauração de ecossistemas, florestamento, reflorestamento” como forte fator de impacto na contribuição para redução de emissões líquidas (*i.e.*, gases de efeito estufa) em metade dos níveis de 2019 a 2030 (IPCC, 2023).

Colaborando com as diretrizes do IPCC, em 2019, a Assembleia Geral da ONU (Organização das Nações Unidas) impulsionada pelo Programa da ONU para o Meio Ambiente e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, declarou que o ano de 2021 a 2030 seria considerada a Década da Restauração de Ecossistemas, objetivando inibir o avanço da degradação dos ecossistemas por meio de movimentos que possam catalisar a restauração (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2021). Em conformidade, a ONU definiu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com foco em questões socioambientais e socioeconômicas, afim de contribuir para um mundo melhor para todos (UNIC RIO, 2015).

No Brasil, sabe-se que a maior parte das pesquisas geradas no setor silvicultural são provenientes de pesquisas utilizando espécies exóticas introduzidas no país, muitas de iniciativas privadas, para suprir a demanda comercial de produtos à base dos recursos florestais (FLORES *et al.*, 2018). Entretanto, é importante salientar que a implementação da Silvicultura de Nativas aliado à restauração gera uma fonte de renda alternativa para o pequeno produtor rural, além de restaurar ambientes degradados.

Em razão disso, a premissa desse projeto, surgiu com a necessidade de preencher lacunas existentes no setor de Silvicultura de Espécies Nativas brasileiras (*vide*, Rolim *et al.*, 2020), com a finalidade de colaborar para o desenvolvimento técnico-científico do país buscando alternativas sustentáveis e socialmente justas. Além disso, a espécie escolhida, *Bowdichia virgilioides* Kunth, está presente na

listagem da IN 06/2008 do Ministério do Meio Ambiente, sendo classificada como espécie “quase ameaçada”.

Considerando o exposto acima, é necessário produzir mudas nativas, utilizando metodologias alternativas e inovadoras!

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

- Investigar e divulgar as técnicas silviculturais de produção de sementes e mudas da espécie nativa da Mata Atlântica: *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae), para utilizar, manter e restaurar ambientes degradados, contribuindo socialmente e economicamente na produção de mudas nativas brasileiras.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Descrever as características morfológicas e biométricas de sementes e plântulas da espécie selecionada.
- Avaliar a qualidade, vigor, germinação e caracterizar o percentual de taninos presentes nas sementes desta espécie nativa.
- Determinar o melhor método alternativo para quebra de dormência das sementes dessa espécie.
- Determinar a melhor composição de substratos alternativos e comerciais para a produção de mudas de qualidade, via seminal, da espécie nativa selecionada.
- Determinar a viabilidade de aplicação de hormônio Giberelina na emergência desta espécie nativa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O indivíduo arbóreo

Conhecida popularmente no Brasil como sucupira-preta, a *Bowdichia virgilioides* Kunth é uma espécie arbórea nativa brasileira da família Fabaceae, seu nome genérico homenageia o escritor e explorador britânico Thomas E. Bowdich. E seu epíteto específico refere-se a uma leguminosa arbórea africana: a virgília. Seu nome popular “sucupira” provem de *cibepyra* alusiva a característica da madeira polida (PROGRAMA ARBORETUM, 2019; JSTOR GLOBAL PLANTS, 2024).

De ampla distribuição geográfica, presente em quase todos os domínios fitogeográficos do país, a *B. virgilioides* é uma espécie nativa brasileira de grande importância socioeconômica devido a sua aplicabilidade em diversos usos (REFLORA, 2024). É uma espécie apreciada em projetos paisagísticos, na recuperação e restauração de áreas degradadas por ser considerada espécie pioneira a secundária tardia de fácil adaptação a solos secos e de baixa fertilidade, e na indústria moveleira é apreciada devido as suas propriedades tecnológicas (ALBURQUERQUE *et al.*, 2015; ROLIM & PIOTTO, 2018).

Indivíduos na idade adulta chegam a medir em média cerca de 15 m de altura e 50 cm de DAP (diâmetro a altura do peito, medido a 1,30 m do solo) possuindo característica decídua, heliófita e seletiva xerófila, apresenta fuste retilíneo a moderada tortuosidade de coloração cinzenta-escura a parda (LORENZI, 1992; CAMPOS FILHO & SARTORELLI, 2015). Segundo Carvalho (2006) as folhas dessa espécie são compostas e pinadas com inserção alternada, suas flores podem variar de azul-escuro a violeta e seu fruto é um legume simples, seco e indeiscente de dispersão anemocórica. Ainda, de acordo com os dados de Carvalho (2006, p. 510), em relação ao período de floração e frutificação de *B. virgilioides*, [*i.e.*, de setembro a outubro (MS); de outubro a novembro (SP); de dezembro a março (SE); de janeiro a fevereiro (ES); e, de janeiro a abril (PE)] nota-se correspondência aos períodos de maiores ocorrências de fogo natural (*i.e.*, raios, reações fermentativas exotérmicas, acúmulo de biomassa e concentração de raios solares) que acomete as florestas distribuídas nas respectivas regiões do país, segundo dados do Instituto de Pesquisas Espaciais (2023).

## 2.2 Morfobiometria, característica química, viabilidade e germinação

Características morfológicas e biométricas tornam-se essenciais para entender comportamentos fisiológicos e de sobrevivência de espécies florestais, ligadas a fatores ecológicos e antrópicos, uma vez que, o peso de mil sementes pode ser pesado para obtenção de dados relacionados a perda de água e processos deteriorantes, relacionados ou não a sua distribuição espacial (DA SILVA *et al.*, 2024). Segundo De Lucena *et al.*, (2017) evidências apontam que quanto maior o tamanho das sementes, maior será a probabilidade do estabelecimento bem sucedido das plântulas, devido ao maior percentil de reservas nutritivas presente nas sementes, garantindo melhor desenvolvimento fisiológico para mudas futuras.

De modo geral, espécies arbóreas são capazes de sintetizar substâncias secundárias que se diferem dos macrocomponentes da parede celular dos vegetais (*i.e.* celulose, hemicelulose e lignina) comumente relacionados com as propriedades organolépticas capazes de reagirem a estímulos externos (GARCIA & CORREIA, 2023). Dentre estes, destacam-se os taninos que são compostos fenólicos de alta reatividade química classificados em hidrolisáveis e condensados. Estudos de interações ecológicas entre planta-inseto destacam a capacidade dos taninos em reduzir taxas de predação devido a seu efeito “tanante”, tornando até mesmo sementes impalatáveis (MONTEIRO *et al.*, 2005) e, conseqüentemente, com menor ocorrência de fungos no processo germinativo. Entretanto, ainda não se sabe quantitativamente ao certo a correlação entre a quantidade de taninos presentes na semente e a incidência de fungos, uma vez que vários fatores (*i. e.*, tipo de fungo, condições ambientais, composição geral das sementes) podem interferir nas análises.

Na coleta de sementes de espécies nativas, com a finalidade de produzir mudas, é essencial que as matrizes selecionadas apresentem elevada diversidade genética e estejam espaçadas, sadias e livres de patógenos, seguindo rigorosos parâmetros de controle de qualidade, a fim de se obter sementes viáveis (GARCIA; DE SOUSA; DE LIMA, (2011). Surgindo, assim, a necessidade de métodos que avaliem seu vigor e viabilidade, existem testes que são realizados utilizando longos períodos de avaliação, a exemplo do teste de germinação, em paralelo, existem os testes para avaliação rápida como o teste de tetrazólio (PESKE; LUCCA FILHO; BARROS, 2006). Este último, é um teste de caráter bioquímico capaz de distinguir indiretamente sementes viáveis das não viáveis por meio de processos reativos utilizando sal de tetrazólio em contato com a respiração celular mitocondrial do

embrião das sementes, distinguindo tecidos vivos dos não vivos por meio da intensidade e local da alteração da coloração (BRASIL, 2009; FRANÇA-NETO & KRZYZANOWSKI, 2018). Silva (2015) em seus estudos, após escarificação com lixa d'água e imersão em solução de tetrazólio, 0,5% em um período de 2h30min, constatou que sementes viáveis deveriam atingir mais de 50% do seu volume dos tecidos firmes de coloração róseo-avermelhada.

O processo germinativo é caracterizado por uma ordem de fatores biológicos, associados a alterações bioquímicas, morfológicas e fisiológicas resultando na transformação do embrião em plântula devido a diversos fatores de ação direta ou indireta (COSTA & MARCHI, 2008). Para sementes ortodoxas, a germinação se inicia quando há livre passagem de água do tegumento para o embrião da semente devido a diferença de potencial existente, onde, condições favoráveis de temperatura, luz e umidade propicia o término do estado latente dando início ao processo germinativo. A protrusão da radícula indica que a semente germinou (RASERA & DE CASTRO, 2020).

### **2.3 Mecanismos para quebra de dormência tegumentar de sementes**

As sementes dessa espécie caracterizam-se por apresentarem formato moderadamente achatado, sendo pequenas e lisas, com o hilo de coloração mais clara em destaque. São consideradas sementes ortodoxas, apresentando dormência do tipo tegumentar (ALBUQUERQUE *et al.*, 2022), essa dormência ocasiona um bloqueio físico na semente, o que impede a penetração de água e oxigênio no embrião, o que pode ser considerado um fator limitante à propagação da própria espécie, reduzindo consideravelmente sua perpetuação. Em condições naturais, a passagem do fogo nas florestas nativas, em especial do domínio fitogeográfico Cerrado, pode favorecer a quebra de dormência das sementes e a regeneração natural do ambiente. O calor gerado pelo fogo, com o rápido aumento de temperatura ocasiona rachaduras nas sementes tornando-as permeáveis (DE ARRUDA, 2021).

Devido ao fator limitante à propagação da espécie via seminífera, por conta do bloqueio físico à penetração de água e oxigênio no embrião, existem métodos artificiais capazes de enfraquecer e romper o tegumento das sementes, o que permite a livre passagem de água e oxigenação do embrião, iniciando, assim, o processo germinativo (ABREU; PORTO; NOGUEIRA, 2017). Na literatura, diversos métodos

são utilizados para superação da dormência das sementes de *B. virgilioides*. Os autores Andrade *et al.*, (1997), Smiderle e Schwengber (2011) e Coêlho, Paulo, Viana (2019) utilizam tratamentos como a escarificação mecânica com lixa, escarificação com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) em diferentes tempos e imersão em água com diferentes tempos e temperaturas. Em ambos os trabalhos, os tratamentos utilizando ácido sulfúrico e imersão em água sobressaem-se aos demais tratamentos. Smiderle e Schwengber (2011) ainda afirmam que ao utilizar hipoclorito de sódio, após imersão em água das sementes, há facilitação na embebição e redução na deterioração das sementes com germinação de 81%.

#### **2.4 Uso de substratos comerciais e alternativos na produção de mudas**

É sabido que não basta produzir mudas, é necessário que estas apresentem parâmetros pré-estabelecidos de qualidade e fitossanidades adequadas, com a finalidade de contribuir no estabelecimento e desenvolvimento das mudas em campo seja para finalidades de produção comercial, uso paisagístico ou para restauração e recomposição florestal. Logo, o substrato ideal torna-se um fator indispensável na produção de mudas florestais sendo essencial observar suas características físicas e químicas, além de aspectos econômicos, ambientais e sociais (CALDEIRA *et al.*, 2008). A fase sólida dos substratos deve ser composta de partículas mineiras e orgânicas de forma a não comprometer o desenvolvimento e o crescimento radicular das mudas, evitando níveis indesejados de toxidez e compactação (DE AZEVEDO & DE AZEVEDO, 2023). Além disso, o substrato ideal deve ser capaz de ter boa aeração e retenção de água necessária para suprir as necessidades básicas de cada espécie florestal.

Devido a facilidade de acesso e disponibilidade, além de promover a destinação de resíduos anteriormente descartados, a utilização de substratos alternativos para produção de mudas florestais está, atualmente, ganhando cada vez mais espaço (DA SILVA *et al.*, 2019). Em seus estudos, Carneiro & Vieira (2020) e Vieira & Araujo (2024) apontam os benefícios do esterco bovino, avaliando parâmetros físicos e químicos na utilização para produção de mudas. Da Silva, Simões e da Silva (2012) realizaram estudos utilizando vermiculita, casca de arroz e fibra de coco, obtendo dados sobre a qualidade de mudas clonais do gênero *Eucalyptus* e a influência desses substratos alternativos no enraizamento dessas mudas. Os autores concluíram que a utilização

da fibra de coco e da casca de arroz carbonizada são alternativas viáveis como substratos, além disso, afirmam que os substratos com maiores teores de porosidade promovem mudas de melhor qualidade radicular. Todavia, não recomendam a utilização da vermiculita acima da proporção (1:1) em conjunto com a fibra de coco ou a casca de arroz carbonizada.

Em 15 de novembro de 2022, a população mundial atingiu 8 bilhões de pessoas (BDF, 2022). E com todas essas pessoas, conseqüentemente, a geração de resíduos cresceu demasiadamente, entre eles, o aumento dos resíduos sólidos originários dos serviços de saneamento básico produzidos nos grandes centros urbanos em larga escala. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) apresenta como um de seus objetivos a observância da seguinte ordem de prioridade: “Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010). Em conformidade com a PNRS, uma alternativa sustentável e viável para utilização do Lodo de Esgoto (*i.e.*, bio-sólido) é seu uso como substrato compostado alternativo na produção de mudas florestais, uma vez, que o processo de compostagem promove a eliminação de microrganismos patogênicos e indesejáveis devido a exposição a elevadas temperaturas por longos períodos (VINCIGUERRA; SZYMCZAK; DO PRADO, 2023).

Outrossim, a arborização urbana gera diversos serviços ecossistêmicos (*i.e.*, proteção do solo contra erosão e deslizamentos, proteção dos corpos hídricos, melhoria no microclima local...) entretanto, seus resíduos geralmente não possuem locais apropriados para descarte. Pensando em uma destinação ambientalmente mais correta, os autores Baratta Júnior & Magalhães (2010) propuseram utilizar os resíduos verdes como substrato para produção de mudas via estaquia, concluindo que ao fazer uso desses resíduos as mudas apresentavam valores superiores aos encontrados nos substratos comerciais.

## **2.5 Uso do hormônio sintético Ácido Giberélico para melhoria da emergência de *B. virgilioides***

Os hormônios vegetais desempenham um papel importantíssimo na transmissão de mensagens químicas, nos tecidos e órgãos da planta, sendo produzidos em uma célula e interagindo com proteínas receptoras conectadas as linhas de transdução de sinais. No caso das giberelinas, sua principal função é promover alongamentos celulares (*i.e.*, induzindo o crescimento do caule), promover

a germinação de sementes quebrando sua dormência, induzir o florescimento, promover o desenvolvimento do pólen e do tubo polínico, e contribuir para o desenvolvimento do fruto (TAIZ *et al.*, 2017). Devido a sua relevância e influência no tecido celular vegetal, muitas pesquisas envolvendo a utilização do ácido giberélico vem ganhando espaço, sendo utilizado em práticas de germinação de sementes florestais para melhorar e acelerar o processo de germinação, especialmente em espécies que possuem dormência ou que apresentam baixa taxa de germinação natural. No entanto, é importante ressaltar que a eficácia do ácido giberélico pode variar dependendo da espécie de planta e das condições específicas de germinação. Os autores Souza *et al.* (2010) estudaram a influência do ácido giberélico no início do desenvolvimento de plantas de feijão, em dado momento, percebeu-se redução da área foliar e do diâmetro da haste da planta.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Obtenção das sementes**

O estudo foi realizado em experimentos distintos e complementares, onde foram utilizados três lotes de sementes de *Bowdichia virgilioides*. Os dois primeiros lotes são oriundos da coleta em matrizes selecionadas, distanciadas em, no mínimo dez metros umas das outras, em Florestas Estacionais Semidecíduas, uma localizada no domínio Atlântico e doadas pelo programa Reflorescer da empresa IMETAME – Metalmecânica, localizada em Aracruz – ES, em janeiro de 2021, e o segundo lote, oriundas de matrizes localizadas na mesma fitocenose mas em regiões de écotones, ou seja, locais de alta diversidade caracterizada pela transição do domínio Cerrado para a Mata Atlântica, em dezembro de 2021 no município de Conceição do Mato Dentro – MG, doadas pela empresa *Anglo American* Minério de Ferro. Ambos os lotes de sementes foram acondicionados em embalagens de polietileno e transportadas para o Viveiro Florestal UFES permanecendo em câmara fria. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Campus Alegre, no município de Jerônimo Monteiro – ES, no presente Viveiro Florestal.

O terceiro lote, para continuidade experimental, foi coletado em 20 matrizes selecionadas no domínio Cerrado em fitocenose de Floresta Estacional Semidecidual, localizada na região do Norte de Minas Gerais em novembro de 2023. Este lote de sementes também já beneficiadas seguiu o mesmo protocolo dos lotes anteriores,

para posterior teste de emergência, onde foram emergidas em diferentes concentrações de giberelina e semeadas em diferentes substratos comerciais e alternativos.

### **3.2 Avaliações sobre as características morfológicas, biométricas e quantificação de taninos**

As descrições foram realizadas mediante cinco amostragens aleatórias e diferentes, contendo: 50 sementes na coloração preta, 50 sementes na coloração vermelha, 50 sementes na coloração laranja, 50 sementes na coloração marrom-esverdeado e 50 sementes de coloração aleatória, totalizando 250 sementes descritas. E ainda, 100 sementes de cada coloração foram pesadas (*i.e.*, preta, vermelha, laranja e marrom-esverdeado), seguida da pesagem de 1000 sementes aleatórias. Em seguida, foi realizada a mensuração (*i. e.*, comprimento e largura) destas sementes. As variáveis biométricas foram expostas em milímetros, determinadas com auxílio de um paquímetro universal, com precisão de 0,01mm. Os dados biométricos foram classificados por meio de distribuição de frequência e plotados em histogramas de frequência em que, o número de classes foi determinado pela regra de Sturges.

Para a quantificação da caracterização dos taninos, inicialmente foi necessário separar as sementes em quatro lotes de cores (*i.e.*, preta, vermelha, laranja e marrom-esverdeado), seguido da pesagem de cada lote e posterior moagem das sementes em moinho tipo Willye TE-650.

Para extração dos taninos, foram utilizados 10 g (base seca) de material moído e classificado em peneira de 40 e 60 *mesh* junto a 150 ml de água destilada em balão de fundo chato, sob refluxo em manta aquecedora, durante duas horas (VIEIRA *et al.*, 2014). Após a obtenção do extrato tânico, foram determinados os teores de extrativos totais, de taninos condensáveis e de não taninos. Os taninos condensados foram quantificados por meio da reação de Stiasny e a reatividade pelo método Ultravioleta (WISSING, 1955; VIEIRA, 2011; ALMEIDA, 2010).

Do filtrado resultante da extração dos polifenóis, uma alíquota de 25 ml foi utilizada para a determinação da massa de extrativos totais das sementes, mediante secagem em estufa ( $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ), até massa constante, em um recipiente de massa conhecida. A resultante da diferença entre a massa antes e após a secagem correspondeu a quantidade de extrativos em gramas em 25 ml de solução, e, ao

considerar a quantidade de partículas (base seca) e o volume inicial empregados na extração, obteve-se o teor de extrativos (%).

Para a determinação do teor de taninos condensados, após cada extração, 50 ml do extrato tânico foi alocado em balão de fundo chato com adição de 1 ml de ácido clorídrico P.A. e 4 ml de formaldeído (37%), sendo mantidos em manta térmica, sob refluxo, durante 30 minutos. Posteriormente, a solução foi filtrada em filtro de vidro sinterizado (*i.e.*, compactação e aquecimento do pó para formar peça sólida) com placa porosa de nº 2 sob vácuo, e, o precipitado foi retido na placa porosa e lavado com água destilada aquecida. Após lavagem, o mesmo foi submetido à secagem em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  até estabilização da massa. O teor de taninos condensados contidos nos extratos (Número de Stiasny - NS) será obtido pela razão entre a massa de taninos e a massa dos extrativos totais (Equação 1).

$$\text{NS (\%)} = \frac{\text{Massa de taninos}}{\text{Massa extrativos totais}} \times 100 \quad (1)$$

O percentual de não taninos foi determinado por meio da resultante da diferença entre teor de extrativos, menos o teor de taninos condensados determinado.

A determinação dos polifenóis reativos é embasada na reação de Stiasny e seguiu, inicialmente, o mesmo procedimento inicial. Após o resfriamento do filtrado obtido do extrato tânico antes e após a adição de ácido clorídrico e formaldeído para a reação de Stiasny, uma alíquota de 1 ml foi utilizada para determinação da absorbância em espectrofotômetro UV à 280nm. Ambas as alíquotas foram diluídas numa proporção de 1:90 e a determinação dos polifenóis reativos, por meio de uma relação entre a diferença da absorbância do extrato antes e depois da reação de Stiasny, foi calculada conforme a Equação 2.

$$\text{Reatividade UV (\%)} = \frac{(A_{\text{antes}} \times \text{Diluição}) - (A_{\text{depois}} \times \text{Diluição})}{A_{\text{antes}}} \times 100 \quad (2)$$

em que:

UV – Ultravioleta,

$A_{\text{antes}}$  – absorbância antes da adição de formaldeído e ácido clorídrico, e

$A_{\text{depois}}$  – absorbância após a adição de formaldeído e ácido clorídrico.

### 3.3 Teste de vigor e viabilidade de sementes

Para o teste de viabilidade das sementes de sucupira-preta, foi utilizado o tetrazólio (Trifeniltetrazolio – 2,3,5 cloreto P.A), onde 400 sementes aleatórias foram separadas em quatro tratamentos. Cada tratamento conteve 100 sementes, submetidas a quebra de dormência utilizando ácido sulfúrico PA durante cinco minutos das quais, houve embebição em tetrazólio por duas horas, onde, o Tratamento 1 (T1) na concentração 0,5g/100 ml água destilada e o Tratamento 2 (T2) com concentração de 1,0g/100 ml água destilada. Já o Tratamento 3 (T3) e o Tratamento 4 (T4) permaneceram em embebição por quatro horas, com as mesmas concentrações de T1 e T2 respectivamente.

Após o procedimento de assepsia em hipoclorito por dois minutos, as sementes foram colocadas em caixa gerbox pretas (*i.e.*, ausência de luz) e submergidas em uma solução de tetrazólio a uma concentração de 0,5% a 1% (*i.e.*, tratamentos), e deixadas embebidas na solução por um período de tempo de 2 e 4 horas (*i.e.*, tratamentos), em câmara de germinação do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a 40°C. Após o período de coloração para cada tratamento testado, as sementes foram lavadas em água corrente, seccionadas longitudinalmente do centro do eixo embrionário e analisadas em microscópio estereoscópico de quatro aumentos para avaliar a coloração dos tecidos internos. A interpretação foi baseada na localização e intensidade de coloração dos tecidos embrionários das sementes, presença e localização de danos, sendo classificadas em viáveis e não viáveis.

Sementes de alta qualidade geralmente apresentam tecidos internos com coloração rosada uniforme, indicando a presença de células vivas e saudáveis. Já sementes inviáveis, de baixa qualidade ou danificadas apresentam células e tecidos internos sem coloração ou com coloração irregular ou manchas vermelhas escuras, indicando a presença de células mortas ou danificadas (BRASIL, 2009).

### 3.4 Teste de germinação

Em razão desta espécie possuir dormência, devido à impermeabilidade do tegumento à água, para o teste de germinação foram realizados diferentes tratamentos pré-germinativos para verificar a melhor quebra de dormência tegumentar das mesmas, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos pré-germinativos testados em diferentes tempos e concentrações para *Bowdichia virgilioides*.

Repetição	Tratamento	Tempo
T1	Testemunha (sem nenhum tipo de escarificação)	-
T2	Choque térmico (água em 100°C)	10s
T3	Ácido Sulfúrico	60s
T4	Ácido Sulfúrico	5min
T5	Ácido Sulfúrico	10min
T6	Imersão em água destilada	24h
T7	Ácido Salicílico 2%	24h
T8	Ácido Salicílico + Ácido Lático	30min
T9	Lixa nº 120 + imersão em água	24h
T10	Álcool 70% + Fogo	30s
T11	Álcool 70% + Fogo	60s

Legenda: (s) – segundos; (min) – minutos; (h) – horas.

Fonte: a autora (2024).

A metodologia inovadora utilizando fogo para quebra da dormência tegumentar das sementes de *B. virgilioides*, surgiu com a premissa da ocorrência natural da espécie no domínio Cerrado (*i.e.*, bioma dependente da ocorrência natural de focos de incêndios para regeneração do banco de sementes). Inicialmente, com a finalidade de testar a hipótese, foi utilizado um recipiente de vidro e sementes embebidas em álcool 70% submetidas ao fogo para queima controlada com duração de 30 e 60 segundos respectivamente. Posteriormente, para averiguação da temperatura superficial, em um tempo de 60 segundos, a temperatura foi aferida.

O teste de germinação foi realizado em quatro repetições de 25 sementes (100 sementes), em duas ocasiões diferentes (*i.e.*, teste das [sementes] aleatórias e teste das cores), semeadas em acrílico (gerbox) tendo-se como substrato o papel germitest autoclavado, umedecido com água destilada, feito em germinador do tipo BOD sob luz branca fluorescente com fotoperíodo controlado de 12h, ajustado na temperatura de 25°C. A avaliação da germinação foi realizada diariamente, sendo iniciada no primeiro dia após a instalação do experimento e encerrada no 30º dia, adotando como critério de germinação a protrusão radicular.

A análise da germinação foi realizada por meio do cálculo da porcentagem de Germinação (G%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de

Germinação (TMG). Ainda, o teste de germinação levou em consideração as análises obtidas na avaliação sobre as características morfológicas e biométricas.

### 3.5 Propagação sexuada de mudas em diferentes recipientes e substratos

O experimento foi conduzido no Viveiro de Mudas Florestais da UFES, Jerônimo Monteiro, ES, em condições de casa de vegetação coberta com filme plástico e irrigações diárias a cada 15 minutos com microaspersores.

O município de Jerônimo Monteiro, segundo a Classificação Climática de Köppen e Geiger (1928) é classificada como clima do tipo “Aw” (*i.e.*, Clima tropical, com inverno seco), a temperatura média anual do município é de 24,6°C. Em relação a precipitação, a média anual é de 1.732,8 mm dividida sazonalmente em período chuvoso e menos chuvoso, este último, ocorre entre os meses de maio a setembro com um total acumulado anual de 264,7 mm (INCAPER, 2020).

As sementes foram enxaguadas em água corrente e desinfestadas, utilizando hipoclorito de sódio a 1% por 3 minutos e, posteriormente lavadas em água corrente. O melhor tratamento pré-germinativo utilizado no teste de germinação foi empregado em todas as sementes antes da semeadura.

Foram utilizadas diferentes composições de substratos comerciais (*i. e.*, Vermiculita; Casca de Arroz Carbonizada; Substrato Comercial a base de casca de *Pinnus spp.* Terranutri®, e Casca de Fibra de Coco Bioplant®) e alternativos (*i. e.*, Terra de Subsolo; Esterco Bovino curtido, Resíduos de Arborização Urbana), com diferentes proporções (Tabela 2) consolidando os tratamentos.

Tabela 2 – Relação da composição e proporção dos substratos testados para germinação de *Bowdichia virgilioides*.

Composição	Proporção
Substrato Comercial (SC)	100%
Vermiculita + Casca de Arroz (V+CA)	(7:3)
Terra de Subsolo + Fibra de Coco (TS + FC)	(1:1)
Terra de Subsolo + Esterco Bovino (TS + EB)	(1:1)
Terra de Subsolo + Resíduo de Arborização Urbana (TS + RAU)	(1:1)

Fonte: a autora (2023).

Para a confecção deste último substrato alternativo (*i.e.*, TS + RAU), houve coleta dos resíduos de poda e limpeza da serrapilheira (*i. e.*, resíduos oriundos de

quedas de folhas senescentes, flores, pequenos galhos, sementes e frutos) nos jardins e áreas verdes do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira. Ressalta-se que, galhos de maiores dimensões (*i. e.*, acima de 50 cm de comprimento e 20 mm de diâmetro foram descartados para a confecção deste substrato), bem como frutos grandes e carnosos (*e. g.* frutos de *Mangifera indica* (Anacardiaceae)). Este resíduo foi uniformizado, moído em frações pequenas, com o auxílio de um moinho de laboratório até a consistência de um substrato propício para enraizamento de espécies florestais.

Para verificar a possibilidade da presença de substâncias alelopáticas (*i. e.*, compostos secundários) no substrato alternativo de Resíduo de Arborização Urbana testado, de modo a comprometer ou até mesmo inibir a emergência e/ou desenvolvimento inicial da espécie florestal nativa selecionada, foi realizado um teste de qualidade do substrato. Assim, foram semeadas sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) no substrato preparado e avaliado a taxa de germinação e desenvolvimento das plântulas, comparando com a taxa germinativa e desenvolvimento inicial em substrato comercial (TerraNutri®), que são inertes e sua qualidade certificada. A escolha de sementes de Alface deve-se por esta ser classificada como uma espécie sensível (*i.e.*, indicadora) de substâncias alelopáticas. Este teste foi realizado em três repetições e colocadas para germinar em câmaras de germinação BOD sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12h. Diariamente os substratos eram umedecidos com água destilada, e a avaliação ocorreu após 15 dias.

Estas composições foram submetidas à análise de fertilidade e interpretadas. Após análise, foi adicionado fertilizante de liberação controlada (Basacote®), na proporção de 15:9:12 (NPK) e concentração de 8g.L<sup>-1</sup> de substrato, com liberação lenta de 9 a 12 meses. Os substratos foram colocados em tubetes cônicos de polietileno rígidos com capacidade de 55 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>.

Para a realização do teste de emergência, a contagem do número de plântulas emergidas do 1º ao 40º dia foi registrada diariamente no mesmo horário, após a instalação do experimento. O raleio foi realizado após os 40 dias de avaliação. Para análise da produção de mudas, em primeiro momento, foi realizado o teste de média em esquema fatorial aos quatro meses de idade das mudas, analisando a altura total, diâmetro a altura do coleto, número de folhas e mortalidade. Já para a análise de produção de mudas, foi realizado teste de média em esquema fatorial também sendo

analisado a altura total (H), diâmetro a altura do coleto (DAC), número de folhas (NF) e mortalidade (M%).

### **3.6 Avaliação da emergência de *Bowdichia virgilioides* submetidas a diferentes doses de giberelina em diferentes substratos comerciais e alternativos**

Esta pesquisa foi conduzida com o terceiro lote de sementes de *B. virgilioides*, coletadas em diferentes matrizes selecionadas do domínio Cerrado em fitocenose de Floresta Estacional Semidecidual. Ainda, o mesmo foi conduzido em ambiente protegido de casa de vegetação, com temperatura e umidade controladas, no Viveiro Florestal Universitário, localizado no Horto Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, UFES.

As sementes, já beneficiadas, tiveram sua dormência física inativada, por meio do melhor tratamento para quebra da dormência obtida nos testes anteriores, tendo como objetivo identificar o melhor tratamento pré-germinativo para esta espécie.

Para a avaliação da emergência foram semeadas quatro sementes por recipiente, apenas de colorações claras (*i.e.*, laranjas e vermelhas). Sendo utilizados tubetes de plástico rígido cônico de 180 cm<sup>3</sup> de capacidade e como substratos (*i.e.*, Substrato comercial TerraNutri® 100% (*i.e.*, Tratamento controle), dado que se trata de um substrato comercial cuja qualidade e ausência de elementos fitotóxicos são certificados pela empresa produtora, tornando-o um dos substratos mais empregados na produção em larga escala de mudas nativas de alta qualidade, e a utilização do Biossólido (*i.e.*, Lodo de Esgoto) e Resíduo de Arborização Urbana de forma separada (*i.e.*, substratos alternativos, sustentáveis e inovadores); ambos com adição de fertilizante a 8 g.L<sup>-1</sup> do formulado de liberação controlada Basacote® na proporção de N-P-K (15-9-12), em diferentes proporções: 1:0:0; 0:1:0; 0:0:1; 1:1:0; 1:0:1; 4:1:0; 4:0:1, ou seja, sete diferentes proporções destes substratos.

O Biossólido utilizado no experimento foi doado pelo Serviço Autônomo De Água e Esgoto - SAAE (ETE de Jerônimo Monteiro, ES). Amostras deste resíduo foram encaminhados para laboratórios especializados para aferição da presença de agentes patogênicos e quantidades de metais pesados poluentes presentes nas mesmas. Ainda, o mesmo foi classificado em Classe A ou Classe B, de acordo com os requisitos definidos na RESOLUÇÃO CONAMA N° 498 (2020), que “Estabelece critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido”, e os resultados comparados por meio dos valores máximos permitidos de substâncias químicas no

biossólido a ser destinado para uso, apresentados na resolução. Em relação à confecção do substrato de resíduo de arborização urbana, foi realizado da mesma forma já supracitado.

Ainda, análises nutricionais (*i.e.*, macro e micronutrientes) de rotina e caracterização física (*i.e.*, porosidade, densidade e capacidade de retenção hídrica) também foram realizadas em laboratórios especializados e certificados com as amostras do substrato alternativo produzido, bem como a composição de substratos comerciais utilizados neste estudo como tratamento.

Como tratamentos, foram testadas quatro concentrações de ácido giberélico (GA) (*i.e.*, 0; 500, 1000 e 2000 mg.L<sup>-1</sup>). As sementes já beneficiadas foram tratadas com a melhor quebra de dormência, em relação aos testes anteriores, e foram colocadas em caixas do tipo gerbox pretas, submersas nestas diferentes concentrações de GA e colocadas em BOD por um período de 24h à temperatura de 25°C constante no escuro. Os tratamentos foram avaliados com 0ppm de GA não foram submersas em água destilada durante 24h e sim semeadas diretamente aos substratos após a quebra de dormência. Após o período de embebição pré-estabelecido, as sementes foram enxaguadas em água corrente e semeadas nos substratos determinados. O ácido giberélico (GA) é um hormônio vegetal que desempenha um papel importante na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas. Uma de suas funções é estimular a germinação de sementes e promover o crescimento dos embriões dentro delas. O ácido giberélico pode ser usado para quebrar a dormência das sementes e promover a germinação, especialmente em espécies que requerem tratamento especial para emergir (TAIZ, 2017).

O presente estudo foi montado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial, com 28 tratamentos, ou seja, sete composições de substratos e quatro doses de GA. Cada tratamento teve cinco repetições, sendo que para cada repetição será considerada a média de cinco tubetes semeados. Para a realização do teste de emergência, a contagem do número de plântulas emergidas do 1º ao 40º dia foi registrada diariamente no mesmo horário, após a instalação do experimento. O desempenho da emergência de plântulas foi avaliado por meio da porcentagem de emergência (%), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Tempo Médio de Emergência (TME).

### 3.7 Softwares

Para todas as análises estatísticas, os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e de homoscedasticidade (teste de Bartlett) foram testados a um nível de 5% de significância e os dados submetidos ao teste F para análise de variância ao nível de significância de 5%, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade do erro. Para todas as análises, foi utilizado o software estatístico gratuito R-4.1.0 (2021), e o pacote adicional “ExpDes” (*Experimental Designs*) (FERREIRA *et al.*, 2013), “agricolae” (MENDIBURU, 2016) e “forestmangr” (BRAGA *et al.*, 2019). Para os resultados que não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) foi utilizado a análise descritiva por meio de médias e gráficos.

Ademais, aplicou-se a análise de variância em delineamento de parcelas subdividas no tempo, onde os substratos foram considerados parcelas, e o tempo a subparcela, seguido do teste F e regressão para observar a melhor equação para explicar o crescimento das mudas em altura e diâmetro a altura do coleto ao longo do tempo.

Os gráficos foram gerados no programa Microsoft Excel®.

Para confecção das pranchas de sementes foi utilizado o software gratuito de manipulação e edição de imagem GIMP – GNU *Image Manipulation Program* versão 2.10.36 (2024).

## 4. RESULTADOS DA PESQUISA

### 4.1 Avaliações sobre as características morfológicas, biométricas e quantificação de taninos

Morfologicamente, as sementes de *B. virgilioides* possuem formato ovada (*i.e.*, arredondada e alongada) levemente achatadas, com tegumento duro e liso-brilhante de coloração heteromórfica, possivelmente, relacionado com o grau de maturação (*i.e.*, preta, vermelha, laranja e marrom-esverdeado) com hilo circular alaranjado, arilo de cor branca e rafe visível.

Em relação aos dados biométricos, a variável da coloração heteromórfica foi evidenciada, sendo possível constatar as variações que ocorrem em um mesmo lote de sementes. As sementes pretas (Figura 1 – A) obtiveram um peso de 2,200 gramas, onde: 52% delas apresentaram diâmetros entre 0,71-1,20 mm; 70% apresentaram largura entre 2,0-2,99 mm; e, 70% apresentaram comprimento entre 4,0-4,99 mm. As sementes vermelhas (Figura 1 – B) pesaram 2,700 gramas, onde: 24% apresentaram diâmetro entre 1,51-1,74 mm; 62% apresentaram largura entre 2,0-2,99 mm; e, 56% apresentaram comprimento entre 4,0-4,99 mm. As sementes laranjas (Figura 1 – C) pesaram 4,050 gramas, onde: 34% apresentaram diâmetro entre 1,88-2,02 mm; 70% apresentaram largura entre 3,0-3,99 mm; e, 54% apresentaram comprimento entre 5,0-5,99 mm. As sementes marrom-esverdeadas (Figura 1 – D) pesaram 2,715 gramas, onde: 28% apresentaram diâmetro entre 1,69-1,85 mm; 56% apresentaram largura entre 2,0-2,99 mm; e, 54% apresentaram comprimento entre 4,0-4,99 mm.

Em seu trabalho, Lima *et al.* (2018) constatou que as sementes de coloração alaranjadas possuíam qualidade física e fisiológica superiores as demais, e ainda, evidenciou que métodos para caracterização física desta espécie são eficientes. Em consonância com o autor, os dados biométricos obtidos nesta pesquisa reforçam a superioridade das sementes laranjas, sendo estas, as que apresentaram maiores valores em relação ao parâmetro peso e tamanho (Figura 1 – E).

O peso obtido para mil sementes aleatórias (Figura 1 – F) foi de 13,960 gramas. Para obtenção dos demais dados, manteve-se o parâmetro de 50 sementes, onde: 44% apresentaram diâmetro entre 1,1-1,75 mm; 70% apresentaram largura entre 3,00-3,99 mm; e, 68% apresentaram comprimento entre 4,00-4,99 mm.

Os gráficos para obtenção dos dados biométricos encontram-se no APÊNDICE I, ao fim deste documento.



Figura 1 - Classificação por cor das sementes de *Bowdichia virgilioides*. (A) pretas. (B) vermelhas. (C) laranjas. (D) marrom-esverdeadas. (E) escala de cores. (F) sementes de coloração aleatória. (Lote 1).

Fonte: a autora (2023).

Em relação a quantificação dos taninos (Tabela 3), as maiores concentrações foram obtidas através das sementes de colorações claras (*i.e.*, laranjas e vermelhas) refletindo os resultados encontrados nos demais experimentos. Desse modo, podemos associar o efeito adstringente dos taninos com baixa presença de agentes biodeteriorantes nestas sementes, contrapondo, principalmente, com as sementes de coloração preta que apresentaram alta incidência fúngica e baixa percentagem de taninos presentes.

Tabela 3 – Quantificação de taninos presentes em sementes de *Bowdichia virgilioides* separados por classes de coloração.

Coloração	Teor de extrativos (%)	NS	Taninos (%)	Não taninos (%)	UV <sub>antes</sub>	UV <sub>depois</sub>	UV <sub>total</sub>	Reatividade (%)
Laranja	23,10	3,75	0,87	22,23	0,83700	0,75100	0,00096	10,27
Vermelha	23,56	2,93	0,69	22,87	0,67800	0,65100	0,00030	3,98
Marrom-esverdeada	23,12	2,61	0,60	22,52	0,83500	0,78100	0,00060	6,47
Preta	20,63	2,70	0,56	20,08	0,58000	0,56100	0,00021	3,28

Legenda: NS - Número de Stiasny. Fonte: a autora (2024).

#### 4.2 Teste de vigor e viabilidade de sementes

O teste a base de tetrazólio (Figura 2) demonstrou-se inconclusivo, devido a despigmentação das próprias sementes de *B. virgilioides* que se misturaram aos tons róseos do sal de tetrazólio interferindo na metodologia de avaliação. Entretanto, ao seccionar as sementes foi constatado que mais de 50% das sementes avaliadas apresentavam predação por insetos, comprometendo a região embrionária das sementes. Todavia, é pressuposto ressaltar que este teste foi realizado com sementes aleatórias desta espécie, não havendo interferência do método de classificação visual por cor.



Figura 2 – Sementes de *Bowdichia virgilioides* utilizadas no teste de viabilidade. (A) concentração 0,5g/100 ml de água destilada em 2 horas de embebição. (B) concentração 0,5g/100 ml de água destilada em 4 horas de embebição. (C) concentração de 1,0g/100 ml de água destilada em 2 horas de embebição. (D) concentração de 1,0g/100 ml de água destilada em 4 horas de embebição. (E) representa sementes deterioradas, onde, letras minúsculas e maiúsculas não diferem entre si. (Lote 1).

Fonte: a autora (2023).

### 4.3 Teste de germinação

#### 4.3.1 Teste das sementes aleatórias

No primeiro lote (*i.e.*, Lote dez./2021), nove tratamentos foram testados incluindo o tratamento testemunha (Tabela 4). Destes, os tratamentos utilizando o ácido sulfúrico em diferentes tempos promovendo escarificação química no tegumento das sementes de *B. virgilioides* sobressaíram aos demais tratamentos testados neste lote. Por conseguinte, o melhor tempo obtido ocorreu ao embeber as sementes em Ácido Sulfúrico por 10 minutos (Figura 3) bem como no trabalho de Coêlho, Paulo, Viana (2019) que utilizaram diferentes tratamentos com diferentes tempos.

Tabela 4 – Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e taxa de germinação (G%) para diferentes métodos de superação de dormência tegumentar para *Bowdichia virgilioides* em lotes de sementes de diferentes idades.

	<b>Quebras de Dormência</b>	<b>IVG</b>	<b>TMG</b>	<b>G (%)</b>
Lote dez./2021	Testemunha	0,125 ± 0,094 ns	19 ± 9 ns	7,00 ± 3,83 ns
	Choque Térmico	0,217 ± 0,197 ns	8 ± 6 ns	7,00 ± 6,83 ns
	Ácido Sulfúrico PA 60s	0,261 ± 0,152 ns	12 ± 3 ns	12,00 ± 8,64 ns
	Ácido Sulfúrico PA 5 min	0,291 ± 0,287 ns	8 ± 5 ns	11,00 ± 10,52 ns
	<b>Ácido Sulfúrico PA 10 min</b>	<b>0,436 ± 0,340 ns</b>	<b>7 ± 4 ns</b>	<b>14,00 ± 10,07 ns</b>
	Embebição em H <sub>2</sub> O 24h	0,167 ± 0,141 ns	10 ± 8 ns	7,00 ± 6,11 ns
	Ácido Salicílico 2% 24h	0,064 ± 0,070 ns	15 ± 13 ns	4,00 ± 3,27 ns
	Ácido Salicílico + Lático 30 min	0,041 ± 0,050 ns	14 ± 16 ns	4,00 ± 4,62 ns
	Imersão em Álcool 70% + Fogo 30s	0,278 ± 0,186 ns	7 ± 5 ns	9,00 ± 6,00 ns
<i>Coeficiente de variação (%)</i>		<i>91,80</i>	<i>80,60</i>	<i>86,04</i>
Lote jan./2021	<b>Quebras de Dormência</b>	<b>IVG</b>	<b>TMG</b>	<b>G (%)</b>
	Testemunha	0,969 ± 0,428 ns	10 ± 3 ns	27,00 ± 2,630 ns
	Escarificação com Lixa nº 120	1,004 ± 0,290 ns	10 ± 2 ns	36,00 ± 2,582 ns
	Ácido Sulfúrico PA 10 min	1,008 ± 0,563 ns	9 ± 1 ns	31,00 ± 4,272 ns
	Imersão em Álcool 70% + Fogo 30s	0,795 ± 0,240 ns	10 ± 2 ns	27,00 ± 1,500 ns
	<b>Imersão em Álcool 70% + Fogo 60s</b>	<b>1,160 ± 0,238 ns</b>	<b>11 ± 1 ns</b>	<b>45,00 ± 3,500 ns</b>
<i>Coeficiente de variação (%)</i>		<i>37,85</i>	<i>19,40</i>	<i>36,68%</i>

Fonte: a autora (2024).

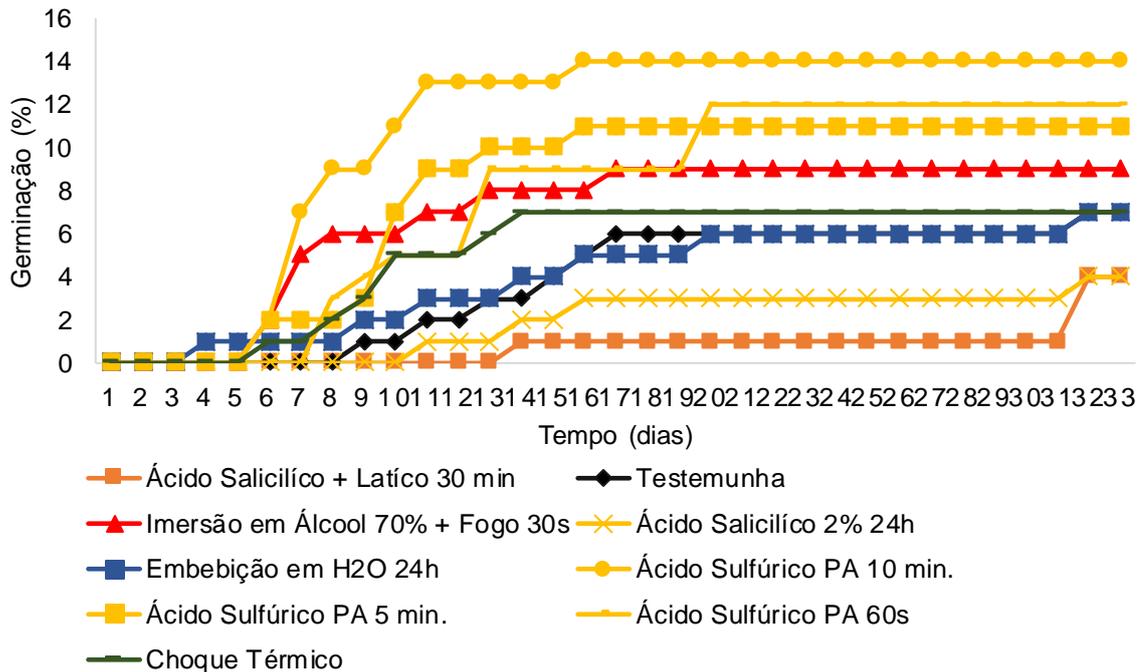


Figura 3 – Germinação do Lote 1 de *Bowdichia virgilioides* sob efeito de diferentes tratamentos pré-germinativos ao longo do tempo.

Fonte: a autora (2024).

Para efeito comparativo, foi utilizado o melhor tratamento pré-germinativo do Lote 1 (*i.e.*, Ácido Sulfúrico por 10 min.) e o tratamento usando fogo (*i.e.*, Imersão em Álcool 70% + Fogo 30s) nas avaliações do Lote 2 (*i.e.*, jan./2021), adicionando a escarificação física com lixa e o aumento no tempo de exposição ao fogo das sementes.

Após a avaliação do Lote 2, fica evidente que a utilização do ácido sulfúrico para quebra de dormência em sementes de *B. virgilioides* é eficiente, como os autores Andrade *et al.*, (1997), Smiderle e Schwengber (2011) e Coêlho, Paulo, Viana (2019) também concluíram em seus experimentos. Entretanto, o tratamento por meio da Imersão em Álcool 70% + Fogo 60s foi superior a todos os demais tratamentos testados (Figura 4), atingindo 45% de germinação para esta espécie. Ao comparar os tempos de exposição ao fogo (*i.e.*, 60s versus 30s) percebe-se a influência gerada pelo prolongamento da exposição ao calor, provocado pelo fogo, possibilitando o aumento das ocorrências de rupturas no tecido tegumentar das sementes, tornando-as permeáveis a água. Em seu trabalho, avaliando diferentes métodos físico-químicos de quebra de dormência tegumentar de sementes, Andreani Junior *et al.* (2011)

concluiu que o uso do fogo foi o melhor tratamento pré-germinativo para as espécies florestais *Adenantha pavonina* (Falso pau-brasil) e *Cassia grandis* (Cássia-rósea), e o segundo melhor para *Ormosia arborea* (Coronheira).

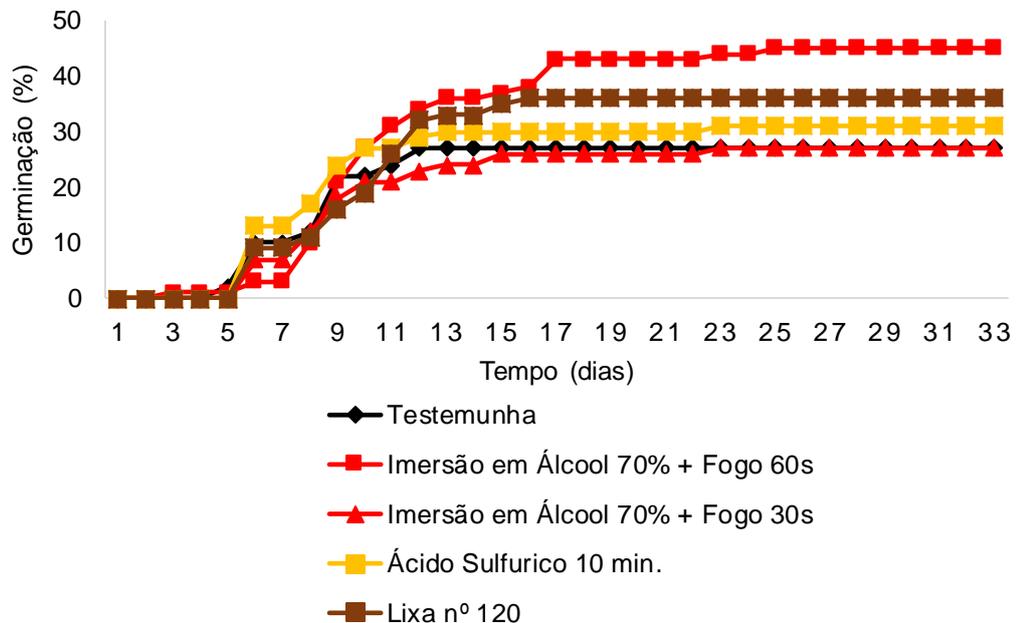


Figura 4 – Germinação do Lote 2 de *Bowdichia virgilioides* sob efeito de diferentes tratamentos pré-germinativos ao longo do tempo.

Fonte: a autora (2024).

O uso do fogo, não apenas se mostrou mais eficiente para quebrar a dormência tegumentar desta espécie em específico, como também possibilita técnicas eficazes de manuseio e baixo custo, aumentando a segurança (se comparado aos ácidos) podendo ser realizado em viveiros com baixa tecnologia, não exigindo mão de obra especializada.

Ainda, vale ressaltar, que metodologias envolvendo o uso do fogo como tratamento pré-germinativo, em especial para espécies de domínios dependentes do fogo (*i.e.*, Cerrado, Pantanal e Pampa), assemelham-se com a ocorrência do fogo natural reforçando a importância ecológica do mesmo para regeneração do banco de sementes e manutenção da biodiversidade (FIEDLER; SANT'ANNA; RAMALHO, 2020). O desempenho obtido com o tratamento pré-germinativo utilizando fogo, reforça a existência da dormência física das sementes e a capacidade adaptativa da *B. virgilioides* a passagem do fogo, além disso, a alta mortalidade nos estágios iniciais reflete a baixa capacidade de recomposição natural desta espécie quase ameaçada.

### 4.3.2 Teste das cores

O teste das cores atestou que as sementes de coloração clara (*i.e.*, laranjas e vermelhas) apresentam melhores índices de viabilidade, com menores ocorrências de fungos (*i.e.*, agentes patogênicos), além de possuírem as melhores taxas de germinação com, respectivamente, 62% e 51% de sucesso. Por conseguinte, sementes de coloração escura (*i.e.*, pretas e marrom-esverdeadas) não ultrapassaram 30% de germinação. O gráfico de germinação (Figura 5) demonstra a progressão da tendência de germinação ao longo dos dias.

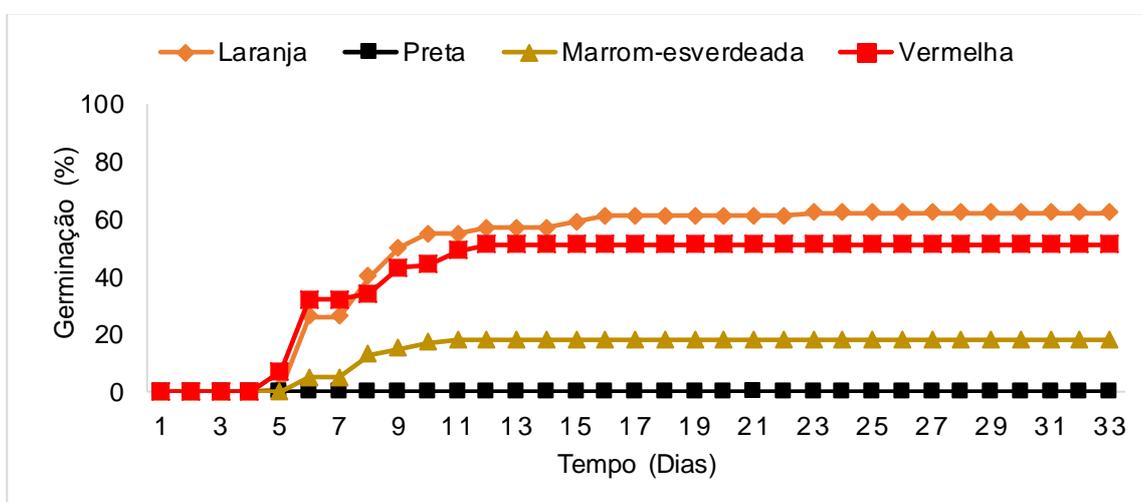


Figura 5 – Germinação ao longo do tempo de sementes de *Bowdichia virgilioides* após Imersão em Álcool 70% + Fogo 60s separadas por classes de cor.

Fonte: a autora (2023).

Durante a realização desse teste, foi perceptível como as sementes pretas apresentavam acelerado crescimento de colônias de fungos (Figura 6 - A), inviabilizando toda a amostra. Vale ressaltar, que para as cores claras e marrom-esverdeado devido a progressão mais lenta e/ou a ausência da presença de fungos nas sementes, as mesmas que estavam infestadas eram retiradas da amostra para não enviesarem o restante do experimento. Dessa forma, separar as sementes de *B. virgilioides* em classes de diferentes colorações demonstrou-se viável, uma vez que está pré-seleção visual possibilita selecionar lotes com um potencial maior de viabilidade. Desse modo, permite ao viveirista pré-avaliar o lote de sementes no momento de aquisição utilizando o método de cor para classificação visual de *B. virgilioides* reduzindo significativamente suas perdas.

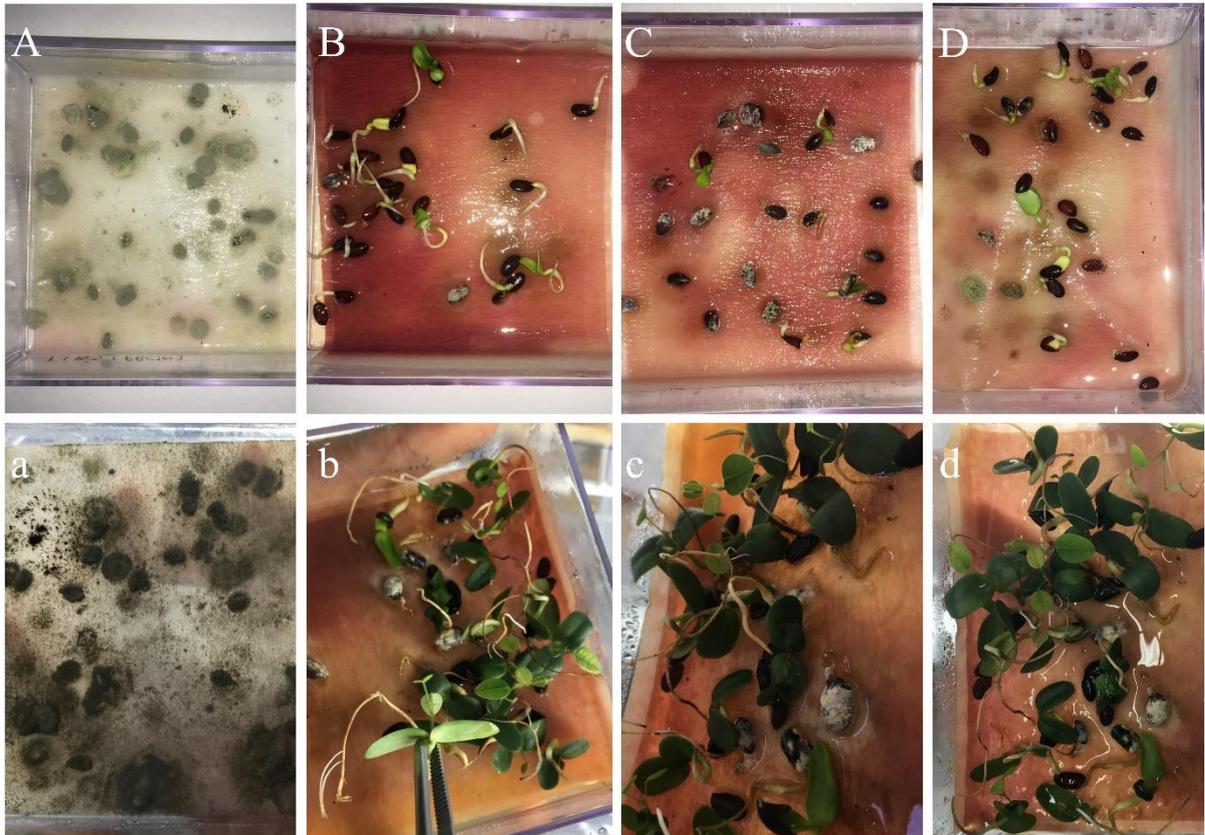


Figura 6 – Teste de germinação em sementes de *Bowdichia virgilioides* usando Ácido Sulfúrico por 10 minutos em sementes de diferentes colorações: (Aa) pretas. (Bb) vermelhas. (Cc) marrom-esverdeadas. (Dd) laranjas, onde: letras maiúsculas referem-se ao décimo primeiro dia de avaliação das amostras e letras minúsculas referem-se ao trigésimo dia de avaliação. (Lote 1 + Lote 2).

Fonte: a autora (2023).

As autoras Rosa-Magri & Meneghin (2014) avaliaram os tratamentos pré-germinativos e selecionaram morfologicamente as sementes viáveis de *B. virgilioides*, concluindo que as sementes de coloração laranja, independentes do tamanho, obtiveram os melhores resultados de germinação. E ainda, sugerem “que sementes verdes estejam em estágio imaturo, e as sementes de coloração vermelha passaram do estágio de maturação, tendo perdido a capacidade germinativa”. Dos Santos, Mendonça, de Souza (2020) estudaram a influência do grau de maturação de frutos e sementes na germinação de *B. virgilioides*, constatando que a dormência das sementes é dependente do grau de maturação do fruto. Os autores, Silva *et al.* (2021) ao estudarem o teor de permeabilidade a água e a viabilidade em sementes heteromórficas de *B. virgilioides* verificaram que as sementes avermelhadas apresentaram melhor potencial fisiológico.

Dos Santos (2020) estudando sobre os períodos de dormência e armazenamento de *B. virgilioides* verificou que sementes coletadas de frutos verdes, não passando por nenhum tratamento pré-germinativo, chegavam a germinações de 99,2%, e, caso fossem submetidas ao tratamento pré-germinativo, tornavam-se inviáveis.

Esse fator, deve-se ao maior percentual de umidade presente nas sementes verdes. Logo, a coloração do fruto e das sementes está diretamente associada aos diferentes estágios de maturidade fisiológica das sementes, influenciando em sua viabilidade, ou seja, quanto mais escura for a semente (*i.g.*, pretas) mais velha ela será. Todavia, quanto mais nova ela for (*i.g.*, marrom-esverdeado) mais umidade ela terá em seu tecido, ou seja, não permitindo o armazenamento e logo, o tratamento pré-germinativo estará a inviabilizando. Portanto, as sementes claras (*i.e.*, vermelhas e laranjas) estão em faixas intermediárias de maturação, podendo serem armazenadas e submetidas a tratamentos pré-germinativos posteriormente.

#### 4.4 Propagação sexuada de mudas em diferentes recipientes e substratos comerciais e alternativos

É importante salientar que os substratos de origem comercial (*i.e.*, SC e V + CA) não compõem a tabela abaixo, pois já veem de fábrica com os nutrientes mínimos exigidos.

Tabela 5 - Resultado das análises químicas dos substratos alternativos testados para germinação de *Bowdichia virgilioides*.

Substratos Alternativos	[ ]	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Mn	Cu
TS+EB	1:1	7,1	0,064	0,069	0,081	0,069	0,007	18,375	745,000	114,500	4,205
TS+FC	1:1	5,2	0,116	0,062	0,042	0,097	0,013	32,145	755,500	194,000	21,215
TS+RAU	1:1	6,8	0,085	0,099	0,748	0,130	0,014	33,960	743,500	329,000	23,730

Legenda: TS – Terra de Subsolo. EB – Esterco Bovino. FC – Fibra de Coco. RAU – Resíduo de Arborização Urbana.

Fonte: a autora (2023).

Pela análise de variância pelo menos um tratamento do experimento difere entre os demais para as variáveis (*i.e.*, H, DAC, NF e M%), no entanto houve interação significativa entre os fatores apenas para altura e número de folhas (Tabela 6).

Neste sentido, observamos que a única diferença estatística sobre o crescimento de mudas, em altura em relação ao volume de recipientes testado, foi dentro do substrato composto por Terra de Subsolo + Esterco Bovino Curtido (TS+EB). Não sendo constatado diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os recipientes dentro dos outros substratos testados. De acordo com a Tabela 6, o único substrato que proporcionou menor crescimento em altura aos quatro meses de idade para *B. virgilioides* foi no recipiente do Tubete de 55cm<sup>3</sup>, destacando a composição de Terra de Subsolo + Resíduo de Arborização Urbana (TS+RAU). As médias das alturas das mudas para as demais composições de substratos, dentro do Tubete 55 cm<sup>3</sup>, foram iguais ( $p > 0,05$ ). No entanto, para as mudas desenvolvidas dentro do Tubete de 280 cm<sup>3</sup> as menores alturas foram consideradas iguais estatisticamente, sendo aquelas semeadas nos substratos de TS+EB e TS+RAU. Neste sentido, observa-se que, em sua maioria, as diferenças do volume do tubete de 55 cm<sup>3</sup> para 280 cm<sup>3</sup> não apresentaram diferenças estatísticas aos quatro meses de avaliação, e as melhores composições de substratos, dentre as testadas (*i.e.*, composições de SC; TS+FB; e V+CA) são as melhores composições para o crescimento em altura.

Tabela 6 – Média das alturas (H) em (cm) e Número de Folhas (NF) completamente expandidas de *Bowdichia virgilioides* aos quatro meses de idade produzidas em diferentes volumes de recipientes e composições de substratos comerciais e alternativos.

Substratos	Altura - H (cm)				Número de Folhas - NF				
	Tubete 55		Tubete 280		Tubete 55		Tubete 280		
<b>SC</b>	7,342	<sup>ns</sup> A	6,754	<sup>ns</sup> A	4	<sup>ns</sup> A	4	<sup>ns</sup> A	
<b>TS+EB</b>	6,694	aA	0,000	bB	4	aA	0	bB	
<b>TS+FC</b>	7,520	<sup>ns</sup> A	6,267	<sup>ns</sup> A	5	aA	3	bA	
<b>TS+RAU</b>	0,000	<sup>ns</sup> B	0,000	<sup>ns</sup> B	0	<sup>ns</sup> B	0	<sup>ns</sup> B	
<b>V+CA</b>	6,664	<sup>ns</sup> A	6,750	<sup>ns</sup> A	3	<sup>ns</sup> A	4	<sup>ns</sup> A	
<i>Coefficiente de variação (%)</i>		34,53				41,07			

Médias seguidas de letras MINUSCULAS comparam o volume de recipiente dentro de cada substrato testado e médias seguidas de letras MAIUSCULAS comparam os substratos dentro de cada volume de recipiente. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si a um nível de 95% de significância estatística pelo teste de Tukey.

Em relação aos resultados referentes ao diâmetro a altura do coleto (DAC), os fatores não interagem entre si e, de acordo com os resultados, mudas produzidas aos

quatro meses de idade possuem maior DAC quando produzidas em tubetes de 55cm<sup>3</sup>. Ainda, as melhores composições de substratos encontradas neste estudo, são as de SC, TS+FC e V+CA ambas as composições consideradas iguais para incremento em diâmetro. Contudo, houve elevada mortalidade de mudas de *B. virgilioides*, em especial na produção de mudas utilizando as composições de substratos alternativos de Terra de Subsolo + Resíduo de Arborização Urbana (Tabela 7), neste, ao realizar testes de viabilidade de substratos, foi notada a presença de substâncias alelopáticas (*i.e.*, compostos secundários) no substrato de RAU testado, pois nenhuma semente de alface emergiu no substrato alternativo enquanto 100% das sementes de alface emergiram no substrato comercial (TerraNutri®). Desse modo, inibindo a emergência e/ou desenvolvimento inicial das sementes da espécie estudada. Atenta-se que houve grande mortalidade em ambos os tratamentos testados.

Tabela 7 – Média dos diâmetros a altura do coleto (DAC) em (mm) e porcentagem de mortalidade de *Bowdichia virgilioides* aos quatro meses de idade produzidas em diferentes volumes de recipientes e composições de substratos comerciais e alternativos.

Recipiente (cm <sup>3</sup> )	DAC (mm)		Mortalidade (%)	
Tubete 55	0,256	a	74,167	ns
Tubete 280	0,182	b	82,500	ns
Substrato				
SC	0,334	A	60,417	B
TS+EB	0,085	B	95,833	A
TS+FC	0,395	A	70,833	AB
TS+RAU	0,000	B	100,000	A
V+CA	0,280	A	64,583	B
<i>Coeficiente de variação (%)</i>	42,13		27,05	

Médias seguidas de letras minúsculas comparam os diferentes recipientes e médias seguidas de letras maiúsculas comparam os substratos, onde médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si a um nível de 95% de significância estatística pelo Teste de Tukey. Não houve interação significativa entre os fatores (tratamentos) testados pela análise de variância.

Para análise do crescimento das mudas ao longo do tempo de seis meses, sendo realizado apenas para os diferentes substratos comerciais testados (*i.e.*, V+CA, SC e TS+FC), uma vez que as médias entre os diferentes volumes de recipientes foram iguais estatisticamente e, aos seis meses de idade não havia mais mudas vivas nos substratos alternativos. Ou seja, para os resultados referentes ao crescimento das mudas em altura ao longo do tempo, sobretudo no substrato alternativo de resíduo de arborização não houve equação que explicasse o comportamento dos dados ao longo

do tempo. Uma vez que houve baixa emergência de sementes, e as sementes emergidas não sobreviveram ao longo do tempo.

Pela análise de variância constatou-se que, o comportamento do crescimento em altura (Figura 7) ao longo do tempo foi igual ( $p > 0,05$ ) para todos os tempos e composições de substrato SC; TS+FC e V+CA. Neste sentido, apenas uma equação linear explica o comportamento de crescimento em altura de *B. virgilioides* nas diferentes composições de substratos e recipientes, onde os  $\beta_0$  e  $\beta_1$  foram significativos ( $p < 0,05$ ), com um  $R^2$  de 27,99%. Ainda que a equação explique pouco sobre o crescimento em altura ao longo dos seis meses, o pouco que ela explica torna-se significativo.

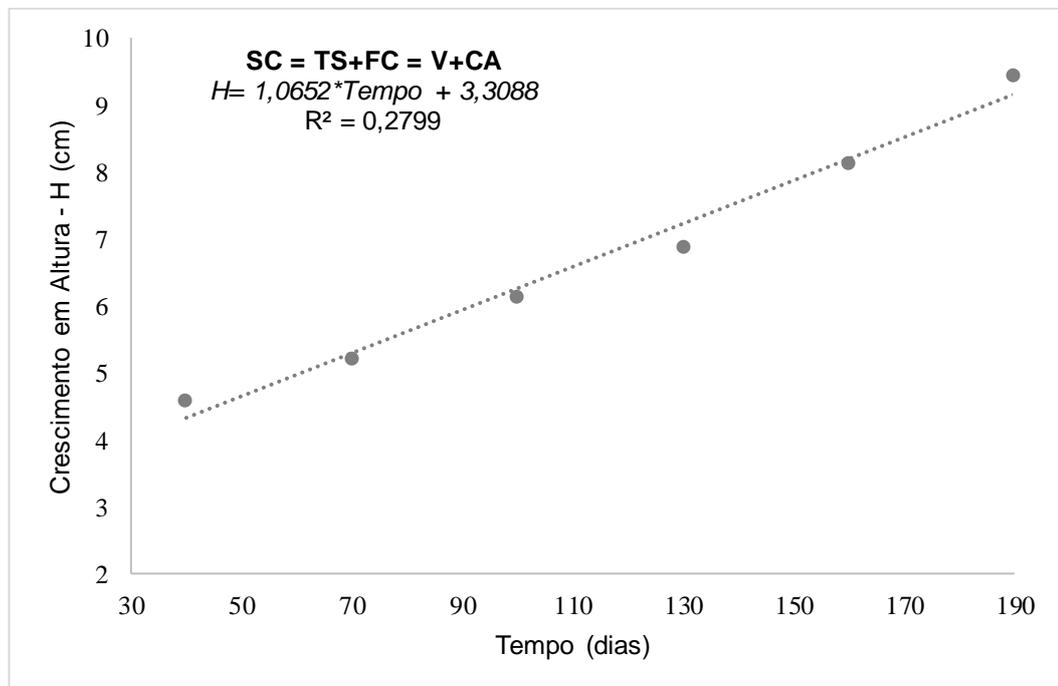


Figura 7 – Tendência do crescimento em altura para as mudas de *Bowdichia virgilioides* ao longo do tempo.

Fonte: a autora (2023).

O mesmo comportamento foi constatado para o crescimento em diâmetro a altura do coleto (Figura 8) ao longo do tempo foi igual ( $p > 0,05$ ) para todos os tempos e composições de substrato SC; TS+FC e V+CA. Neste sentido, a equação que explica o comportamento de crescimento em DAC de *B. virgilioides* nas diferentes composições de substratos e recipientes, foi uma equação quadrática, onde:  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  foram significativos ( $p < 0,05$ ), com um  $R^2$  de 38,10%. Ainda que a equação

explique pouco o crescimento em altura ao longo dos seis meses, o tanto que ela explica é significativo.

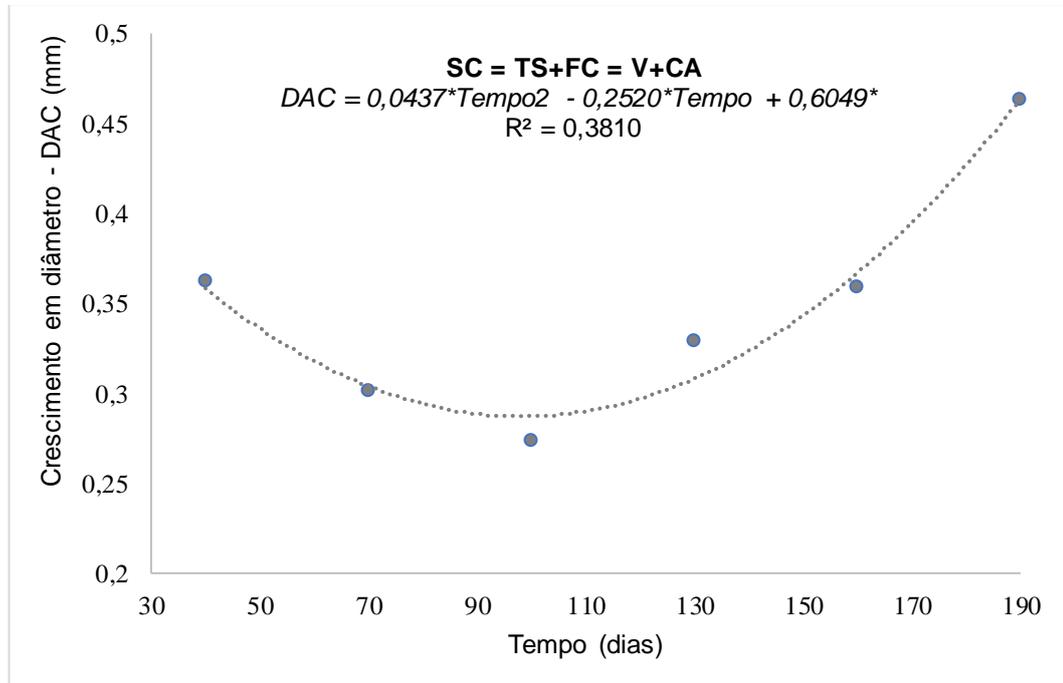


Figura 8 – Curva de crescimento em diâmetro a altura do coleto para mudas de *Bowdichia virgilioides* ao longo do tempo.

Fonte: a autora (2023).

Dessa forma, podemos inferir que em relação aos resultados sobre a emergência de *B. virgilioides*, os dados seguiram uma distribuição normal dos resíduos e homoscedasticidade das variâncias. Não houve interação significativa entre os fatores recipientes e composições de substratos ( $p$ -valor  $> 0,05$ ). Portanto, ao verificar os tratamentos de forma isolada, nos dois recipientes testados, percebe-se que o volume de substrato utilizado não interferiu de forma significativa ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) na emergência de *B. virgilioides*. Sendo, a porcentagem de emergência (%) (43% e 42%, para os volumes de 280 cm<sup>3</sup> e 55 cm<sup>3</sup>, respectivamente), TME (9 e 13 dias) e IVE (0,18 e 0,15) foram considerados iguais para os dois recipientes testados. Entretanto, os resultados das emergências sobre diferentes composições de substratos foram diferentes ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) para a porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência.

A utilização do substrato comercial 100% (TerraNutri®) e da Vermiculita + Casca de Arroz na proporção (7:3) são os substratos mais indicados para a produção

de mudas de *B. virgilioides* com 75% e 68,75% de taxa de emergência, respectivamente. Em contrapartida, a terra de subsolo misturada com o Esterco Bovino ou Resíduo de Arborização Urbana na proporção de (1:1) demonstrou-se inviável, atingindo resultados a baixos de 20%. Na mesma proporção, a Terra de Subsolo + Fibra de Coco atingiu valores intermediários (Tabela 8).

Tabela 8 – Índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) e taxa de emergência para *Bowdichia virgilioides* após Imersão em Álcool 70% + Fogo 60s em diferentes composições e concentrações de substratos alternativos e comerciais.

Composição de Substratos	IVE	TME	Emergência %
Substrato comercial 100%	0,288 ± 0,084 a	16 ± 2 a	75,00 ± 19,92 a
Vermiculita + Casca de Arroz (7:3)	0,264 ± 0,068 a	16 ± 2 a	68,75 ± 13,91 a
Terra de subsolo + Fibra de Coco (1:1)	0,184 ± 0,144 ab	16 ± 9 a	50,00 ± 37,80 ab
Terra de subsolo + Esterco bovino (1:1)	0,090 ± 0,082 bc	7 ± 10 b	18,75 ± 22,60 bc
Terra de subsolo + Resíduo de Arborização Urbana (1:1)	0,008 ± 0,024 c	2 ± 5 b	2,08 ± 5,89 c
<i>Coefficiente de variação (%)</i>	54,53%	54,88%	53,18%

Fonte: a autora (2023).

Assim como Albuquerque *et al.* (2007), os autores Kanegae, Braz e Franco (2000) também constataram alta incidência de mortalidade nos primeiros meses após a emergência das plântulas, este último, ainda concluiu que o sombreamento pode limitar a produtividade desta espécie em seu desenvolvimento inicial. Jerônimo *et al.* (2010), em seu trabalho, concluiu que aos 100 dias não havia mudas vivas de *B. virgilioides* em seu experimento, ademais, o autor menciona que entre os substratos testados, para o fator altura, destacou-se a composição 50% Casca de Arroz Carbonizada + 40% Moinha de Carvão + 10% Terra de Subsolo.

Desse modo, em relação ao substrato, recomendasse a utilização de compostos que possuem baixa compactação e razoável porosidade, entre eles, destacam-se o Substrato Comercial 100% e a Vermiculita + Casca de Arroz na proporção (7:3), onde, recipientes de 55 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> não interferem na emergência e desenvolvimento inicial das mudas.

Não obstante, é importante reconhecer que a *B. virgilioides* (Figura 9) é uma espécie vulnerável por apresentar alta taxa de mortalidade entre plantas jovens em decorrência de seu crescimento lento e desuniforme das plântulas, além disso, é uma espécie florestal que sofre com o avanço do desmatamento, principalmente, com o avanço do agronegócio em domínios como o Cerrado (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007).



Figura 9 – Diferentes processos de avaliação das mudas *Bowdichia virgilioides*. (A) mudas na casa de vegetação. (B) medição da altura da muda. (C) medição do diâmetro a altura do coleto. (D) medição da temperatura do substrato. (E) crescimento de lodo nos substratos onde não houve emergência de mudas. (F) muda após o período de avaliação de quatro meses em tubete de 280 cm<sup>3</sup>. (G) muda após o período de avaliação de quatro meses em tubete de 55 cm<sup>3</sup>. (H) vista aérea de algumas mudas após o período de avaliação de quatro meses em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>.

Fonte: a autora (2022-2023).

#### 4.5 Avaliação da emergência de *B. virgilioides* submetidas a diferentes doses de giberelina em diferentes substratos comerciais e alternativos

Conforme o teste de Shapiro-Wilk com um nível de significância de 5%, os resíduos podem ser considerados normais ( $p > 0,05$ ).

A análise de variância não indicou uma interação significativa entre os tratamentos. De acordo com o teste F, as médias de emergência dentro dos tratamentos realizados separadamente são estatisticamente iguais, com um coeficiente de variação de 50,39%.

A análise de variância também não revelou interação significativa entre os tratamentos para o Índice de Velocidade de Emergência (IVE). O teste F indicou que as médias do IVE dentro dos tratamentos realizados separadamente são estatisticamente iguais, com um coeficiente de variação de 75,22%.

Da mesma forma, a análise de variância mostrou que não houve interação significativa entre os tratamentos para o TME (Tabela 9), onde, os melhores tratamentos obtidos para emergência foram os que utilizaram o Substrato Comercial 100%, seguindo do Biossólido independente de sua composição. Segundo o teste F, as médias do TME dentro das composições de substratos analisados são estatisticamente iguais, com um coeficiente de variação de 37,51%. No entanto, para as diferentes dosagens (Tabela 10), houve diferença significativa. O melhor modelo ajustado foi o linear (Figura 10), com  $R^2$  de 0,6397, contendo os coeficientes e equações significativas ( $p < 0,05$ ).

Tabela 9 – Emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de sementes de *Bowdichia virgilioides* em diferentes composições e concentrações de substratos comerciais e alternativos.

Composições de Substratos	Emergência (%) <sup>ns</sup>	IVE <sup>ns</sup>	TME <sup>ns</sup>
Substrato Comercial 100% (SC)	55,56	0,3847	19
Biossólido 100% (BIO)	41,67	0,2739	19
Resíduo de Arborização Urbana (RAU)	33,34	0,1783	20
SC + BIO (4:1)	50,00	0,3363	18
SC + BIO (1:1)	50,00	0,2876	20
SC + RAU (4:1)	38,89	0,2569	16
SC + RAU (1:1)	34,73	0,1820	17
<i>Coeficiente de variação (%)</i>	<i>50,39</i>	<i>75,22</i>	<i>37,51</i>

Fonte: a autora (2024).

Tabela 10 – Emergência (%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de *Bowdichia virgilioides* em diferentes concentrações de ácido giberélico (GA).

Doses de Ácido Giberélico (mg/L)	Emergência (%) <sup>ns</sup>	IVE <sup>ns</sup>
0	35,72	0,218
500	41,27	0,2625
1000	46,03	0,2848
2000	50,79	0,3204
<i>Coeficiente de variação (%)</i>	<i>50,39</i>	<i>75,22</i>

Fonte: a autora (2024).

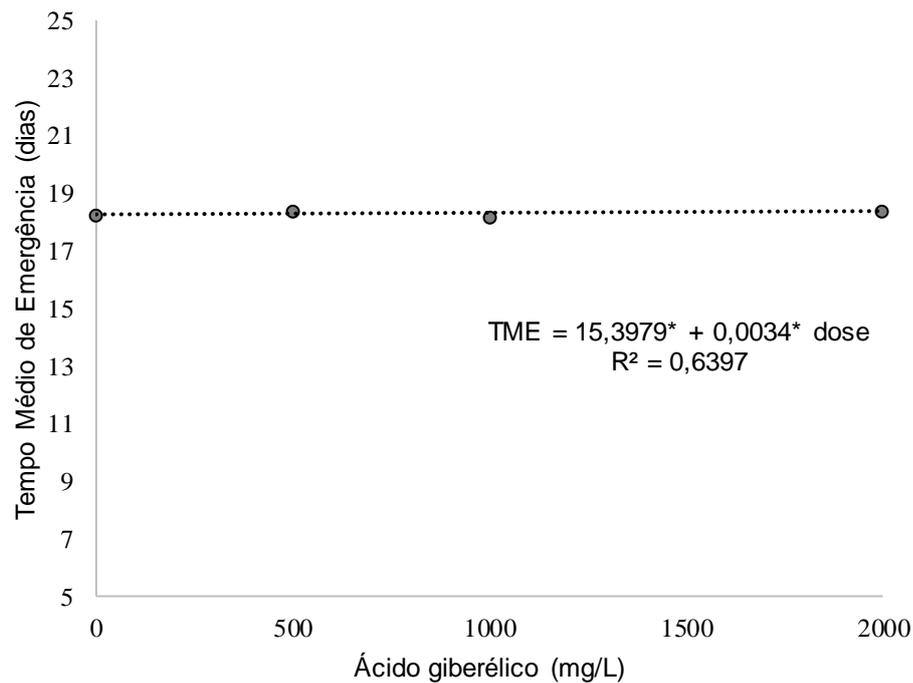


Figura 10 – Tempo médio de emergência (TME) de *Bowdichia virgilioides* sob diferentes concentrações de ácido giberélico (GA) ao longo do tempo.

Fonte: a autora (2024).

Desse modo, identificamos que o ácido giberélico não interfere significativamente na emergência desta espécie. Por outro lado, a utilização do Bioossólido (*i.e.*, Lodo de Esgoto) demonstrou-se uma alternativa viável como substrato alternativo para produção de mudas, seja em diferentes proporções em conjunto com o substrato comercial, ou até mesmo, em utilização única reduzindo economicamente os custos de produção. Por conseguinte, o Bioossólido (*i.e.*, Lodo de Esgoto) para produção de mudas nativas contribui significativamente para a sustentabilidade, promovendo a redestinação ambientalmente correta de Resíduos Sólidos, colaborando com políticas públicas e socialmente justas. E devido à baixa exigência nutricional da *B. virgilioides*, o Bioossólido (*i.e.*, Lodo de Esgoto) como substrato alternativo demonstrou-se apto para produção de mudas desta espécie.

## 5. CONCLUSÕES

Ao coletar sementes de *Bowdichia virgilioides* para produção de mudas, a fim de garantir melhores taxas de germinação, é essencial realizar a classificação do lote de sementes por diferentes colorações.

- Pretas: podem ser descartadas.
- Marrom-esverdeadas: não devem passar por tratamento pré-germinativo.
- Vermelhas e laranjas: devem passar por tratamento pré-germinativo.

Pode-se produzir mudas de *B. virgilioides* adotando metodologias alternativas, sem que danifiquem a saúde do homem e a do ambiente, contribuindo para o avanço de práticas silviculturais socioambientais e socioeconômicas justas.

- Imersão em Álcool 70% + Fogo 60s: melhor tratamento pré-germinativo indicado para produzir mudas de *B. virgilioides*.
- Substrato Comercial 100%, Vermiculita + Casca de Arroz (7:3) e Biossólido (*i.e.*, Lodo de Esgoto): substratos indicados para produzir mudas desta espécie.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D. C. A. de. PORTO, K. G. NOGUEIRA, A. C. Métodos de Superação da Dormência e Substratos para Germinação de Sementes de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H. C. Lima. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 10, 2017. (DOI: 10.1590/2179-8087.071814 ).

ALBUQUERQUE, A. N. de *et al.* Aspectos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de sucupira preta. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 58, n. 3, p. 233-239, jul./set., 2015. (DOI: 10.4322/rca.1720).

ALBUQUERQUE, N. C. B. *et al.* *Bowdichia virgilioides* Kunth (Sucupira-preta), pp. 184-192 *in* Albuquerque, N.C.B., Moraes, C.E., De Souza, M.R., Barros, R.L.C., Alves, K.A. and Pieruzzi, F.P. (Eds) **Sementes florestais da Mata Atlântica: um guia para o manejo de espécies da Hileia Baiana**. Teixeira de Freitas, BA: Programa Arboretum de Conservação e Restauração da Diversidade Florestal. Disponível em: [www.programaarboretum.eco.br/uploads/outros/publicacoes/3/141cead70aa664f9335baf6fb9ea5d2a.pdf](http://www.programaarboretum.eco.br/uploads/outros/publicacoes/3/141cead70aa664f9335baf6fb9ea5d2a.pdf). Acesso em: 30 abr. 2023.

ALBUQUERQUE, K. S. *et al.* Métodos para a superação da dormência em sementes de Sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Ciênc. Agrotéc.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1716-1721, nov./dez., 2007. (DOI: 10.1590/S1413-70542007000600017).

ALMEIDA, R. R. **Colagem de chapas de madeira aglomerada com adesivos a base de tanino da casca de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdee**. 2010, 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

ANDRADE, A.C.S. *et al.* Quebra de dormência de sementes de sucupira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.5, p.465-469, 1997.

ANDREANI JUNIOR, R. *et al.* Superação da dormência de sementes de três essências florestais. **Rev. Inst. Flor**, v. 23, n. 2, p. 255-264, dez., 2011.

BARATTA JUNIOR, A. P.; MAGALHÃES, L. M. S. Produção de mudas por estaquia, de Acalifa e Tumbérgia, utilizando compostagem, preparada a partir de resíduos da poda da arborização urbana. **Soc. Bras. De Arborização Urbana**, REVSBAU, Piracicaba: SP, v. 5, n. 3, p. 113-148, 2010.

BDF (2022). **População mundial chega a 8 bilhões de pessoas, diz ONU; comunidade internacional vive desafios**. Brasil de fato: RJ, 15 de novembro de 2022 às 12:53. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2022/11/15/populacao-mundial-chega-a-8-bilhoes-de-pessoas-diz-onu-comunidade-internacional-vive-desafios>. Acesso em: 17 maio 2024.

BRAGA, S. R.; OLIVEIRA, M. L. R.; GORGENS, E.B. (2019). **Forestmangr: functions for forest mensuration and management**. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/forestmangr/index.html>. Acesso em: 03 jun. 2024.

BRASIL (2006). **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília: DF, 2006.

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

BRASIL. (2010). **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, seção 1. 3 p.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. “Iniciativa INPUT”. Disponível em: [https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Guia\\_de\\_arvores\\_com\\_valor\\_economico\\_Agroicone.pdf](https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Guia_de_arvores_com_valor_economico_Agroicone.pdf). Acesso em: 09 nov. 2023.

CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 27-33. 2008.

CARVALHO, P. E. R. Sucupira *Bowdichia virgilioides* in Espécies Arbóreas Brasileiras (Coleção Espécies Arbóreas Brasileira, v. 2). Colombo, PR. **Embrapa Florestas**, 2006. 627 p.

CCGE (2002). **Ciência e Tecnologia no Setor Florestal Brasileiro: Diagnóstico, Prioridades e Modelo de Financiamento - Síntese**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, Piracicaba - São Paulo, p.21, jun. 2002. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Ciencia+e+Tec.+no+setor+Florestal+al+ sintese+1021.pdf/a98597a1-f20a-48ae-a136-8945265fb8fb?version=1.0>. Acesso em: 17 jan. 2023.

COÊLHO, C. B. PAULO, F. V. de Lira. VIANA, B. L. Dormancy overcoming in *Bowdichia virgilioides* Kunth seeds. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 17, n. 2, p. 73-79, 2019. (DOI: 10.28998/rca.v17i2.5180).

COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. **Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de energia**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 35p.

DA SILVA, L. M. *et al.* Morfometria de sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. leiostachya (L.) Wild., coletadas em diferentes anos. In Jaily Kerller Batista (Org.). **Pesquisas e inovações em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 87-95. (DOI:10.58203/Licuri.22188).

DA SILVA, L. P. *et al.* Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 3, p. 104-115, mai./jun. 2019. (DOI: 10.5747/ca.2019.v15.n3.a303).

DA SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; DA SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.

DE ARRUDA, J. L. **O efeito do fogo sobre a germinação de *Pterodon emarginatus* Vogel**. Orientador: Rosana de Carvalho Cristo Martins. 2021. 32p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2021.

DE AZEVEDO, G. A.; DE AZEVEDO, J. R. Produção de mudas de aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão) com utilização de substratos alternativos. **Rev Cient da Fac Educ e Meio Ambiente**, Ariquemes, v.14, n.1, p.402-413, 2023. (DOI: 10.31072/rcf.v14i1.1275).

DOS SANTOS, J. F. **Dormência e armazenamento de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae)**. Orientadora: Manuela Oliveira de Souza. 2020. 43f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas: BA, 2020.

DOS SANTOS, J. F.; MENDONÇA, A. V. R.; DE SOUZA, M. O. Dormancy of *Bowdichia virgilioides* Kunth seeds. **Jaboticabal**, v. 48, n. 3, p. 250-256, 2020. (DOI: 10.15361/1984-5529.2020v48n3p250-256).

DE LUCENA, E. O. *et al.* Biometria e qualidade fisiológica de sementes de Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Marth.) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. **ACSA**, Patos: PB, v. 13, n. 4, p.275-280, out./dez. 2017. (DOI: 10.30969/acsa.v13i4.897).

**ESPÍRITO SANTO**. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural: PROATER 2020 – 2023. Disponível em: [https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Jeronimo\\_Monteiro.pdf](https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Jeronimo_Monteiro.pdf). Acesso em: 24 jun. 2024.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. (2018) ExpDes: Experimental Designs Pacakge. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2024.

FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tretrazólio**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 108p.

FLORES, T. B. *et al.* **Eucalyptus in Brazil: climatic zoning and identification guide** [translation Daniela Zappi], Piracicaba: IPEF, 2018. 448p.

FIEDLER, N. C.; SANT'ANNA, C. de M.; RAMALHO, A. H. C. (ed.) **Incêndios Florestais**. Jerônimo Monteiro, ES: UFES, 2020. 242 p.

FILHO, A. O. S; RAMOS, J. M; OLIVEIRA, K; NASCIMENTO, T. A Evolução do Código Florestal Brasileiro. Direito - Cadernos de Graduação. **Ciências Humanas e Sociais Unit**, Aracaju, v. 2, n. 3, p.271-290, mar. 2015.

GARCIA, L. C.; DE SOUZA, S. G. A.; DE LIMA, R. B. M. **Seleção de matrizes, coleta e manejo de sementes florestais nativas da Amazônia**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 20p.

GARCIA, L. F. A.; CORREIA, M. V. A madeira como fonte de larvicidas naturais contra *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 43, e202002174, p. 1-16, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Programa Queimadas do INPE**. Estatísticas: Estados, Regiões e Biomas Brasileiros. São José dos Campos – São Paulo. 2023.

IPCC (2023). Summary for Policymakers. *In* **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 34p. (DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001).

JERÔNIMO, G. C. et al. **Efeito do substrato na produção de mudas de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth) – Fabaceae**. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Resumo Expandido). Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas, 31 de julho à 05 de agosto, Center Convention, Uberlândia: Minas Gerais. 2010.

JSTOR GLOBAL PLANTS (2024). **Bowdich, Thomas Edward (1791-1824)**. Disponível em: <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.person.bm000000962>. Acesso em: 29 fev. 2024.

KANEGAE, M. F.; BRAZ, V. S.; FRANCO, A. C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Braz. J. Bot.**, São Paulo, v.23, n.4, p.459-468, dez. 2000. (DOI:10.1590/S0100-84042000000400012).

LIMA, J. M. E. *et al.* Técnicas de análise de imagem para caracterização da qualidade de sementes de Paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1202-1216, jul./set., 2018. (DOI: 10.5902/1980509833367).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum, 1992.

MENDIBURU, F. (2020). **Statistical procedures for agricultural research**. Type Package “agricolae”. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/agricolae.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2024.

MONTEIRO, J. M. *et al.* Taninos: uma Abordagem da Química à Ecologia. **Quím. Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL (2021). **Notícias: Começa a Década da ONU da Restauração de Ecossistemas**, postado em: 07 jun. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/130341-come%C3%A7a-d%C3%A9cada-da-onu-da-restaura%C3%A7%C3%A3o-de-ecossistemas#:~:text=Liderada%20pelo%20Programa%20da%20ONU,em%20uma%20resolu%C3%A7%C3%A3o%20de%202019>. Acesso em: 16 mar. 2024.

OLIVEIRA, A. S. *et al.* Florestas. *In*: IBAMA. **Relatório de qualidade do meio ambiente**: RQMA: Brasil 2020. Brasília, DF, 2022. cap. 5. p. 302-365. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1143844>. Acesso em: 20 fev. 2024.

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2 ed. ver. E amp. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2006. 470p.

PROGRAMA ARBORETUM (2019). *Bowdichia virgilioides*. Disponível em: <https://www.programaarboretum.eco.br/especie/103/sucupira>. Acesso em: 18 out. 2023.

RAJÃO, R. *et al.* The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science AAAS** v. 369(6501), p. 246-248, jul. 2020. Disponível em: [http://www.lagesa.org/wp-content/uploads/documents/Rajao\\_20\\_Rotten%20apples\\_w\\_SM.pdf](http://www.lagesa.org/wp-content/uploads/documents/Rajao_20_Rotten%20apples_w_SM.pdf). Acesso em: 20 fev. 2024. (DOI: 10.1126/science.aba6646).

RASERA, G. B.; DE CASTRO, R. J. S. Germinação de grãos: uma revisão sistemática de como os processos bioquímicos envolvidos afeta o conteúdo e o perfil de compostos fenólicos e suas propriedades antioxidantes. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 287, 2020. (DOI: 10.31415/bjns.v3i1.90).

REFLORA (2023). CARDOSO, D.B.O.S.; MAIA, T.A.; LIMA, H.C. *Bowdichia in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB29489>. Acesso em: 08 abr. 2024.

ROLIM, S. G.; PIOTTO, D. **Silvicultura e Tecnologia de Espécies da Mata Atlântica**. Belo Horizonte, Editora Rona, 2018. 160 p.

ROLIM, S. G. *et al.* **Prioridades e lacunas de pesquisa e desenvolvimento em Silvicultura em espécies nativas no Brasil**. Working Paper, 2020. 44p. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/publicacoes/prioridades-e-lacunas-de-pesquisa-desenvolvimento-em-silvicultura-de-especies-nativas>. Acesso em: 05 jun. 2024.

ROSA-MAGRI, M. M.; MENEGHIN, S. P. Avaliação das características germinativas da espécie arbórea sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth – Fabaceae). **Bioikos**: Campinas, v. 28, n. 1, p. 3-10, jan./jun., 2014.

SERRANO, M. do C.; LOPES, A. C.; SERUYA, A. I. Plantas Tintureiras. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 3-21, 2008. (DOI: 10.19084/rca.15595).

SILVA, R. G. **Permeabilidade a água e germinação de sementes heteromórficas de *Bowdichia virgilioides* Kunth**. Orientador: Edvaldo Aparecida Amaral da Silva. 2015. 40p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu: [s.n.], 2015.

SILVA, R. G. *et al.* Permeability to water and viability in heteromorphic color seed of *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Revista Árvore**, v. 45:e4525, 2021. (DOI: 10.1590/1806-908820210000025).

SMIDERLE, O.J.; SCHWENGBER, L.A.M. Superação da dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Rev. bras. Sementes**, v. 33, n. 3, p.407-414, 2011. (DOI: [10.1590/S0101-31222011000300003](https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000300003)).

SOUZA, C. A. *et al.* Influência do ácido giberélico sobre a arquitetura de plantas de feijão no início de desenvolvimento. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v. 32, n. 2, p. 325-332, 2010. (DOI: 10.4025/actasciagron.v32i2.3721).

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. [recurso eletrônico]. Tradução: Alexandra Antunes Mastroberti... *et al.*. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

UNIC RIO. ODS – Objetivos de desenvolvimento sustentável. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 49 p. 13 out. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 11 set. 2023.

VIEIRA, M. C. *et al.* Tannin extraction from the bark of *Pinus oocarpa* var. *oocarpa* with sodium carbonate and sodium bisulfite. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2011.

VIEIRA, C. R.; ARAUJO, M. M. V. Substratos orgânicos e seus efeitos na biomassa, teor de N e características fisiológicas de mudas de *Buchenavia tomentosa*. **Nativa**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 159–165, 2024. (DOI: 10.31413/nat.v12i1.14913).

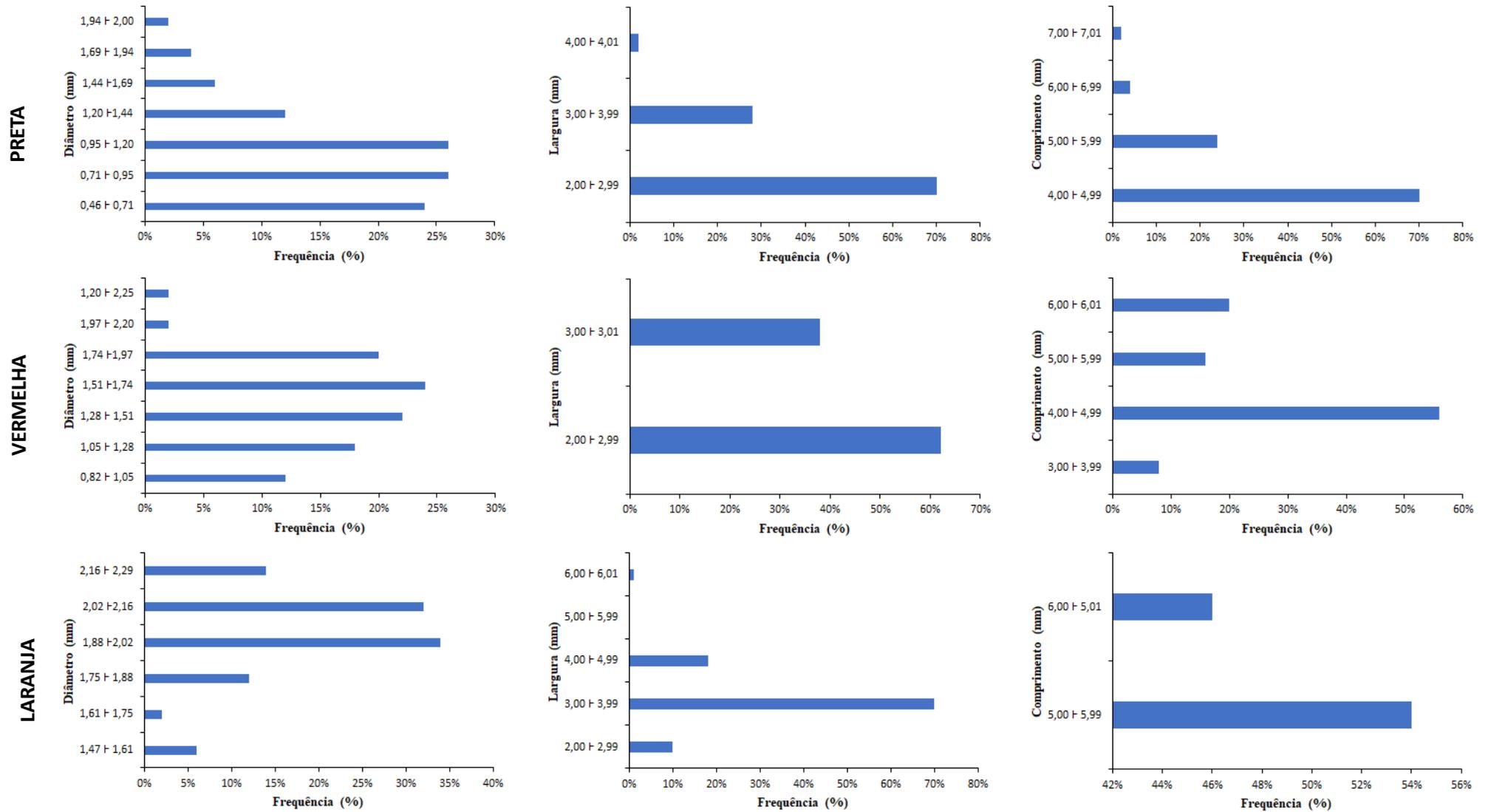
VINCIGUERRA, T. C.; SZYMCZAK, D. A.; DO PRADO, N. V. Produção de mudas de *Bauhinia forficata* Link com adição de lodo de esgoto compostado. **Rev. Agro. Amb.**, v. 16, n. 1, e8755, 2023. (DOI: 10.17765/2176-9168.2023v16n1e8755).

WISSING, A. The utilization of bank II: investigation of the Stiasny for the precipitation of polyphenols in pine bark extractives. *Svensk Papperstidning*, **Stockholm**, v. 58, n. 20, p. 745-750, 1955. f

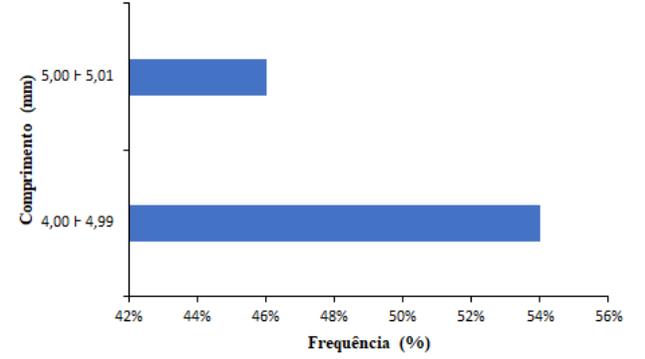
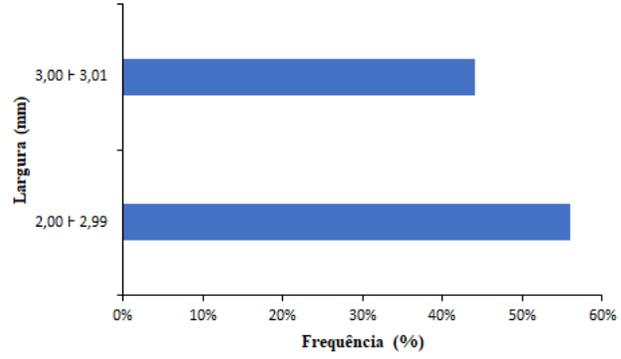
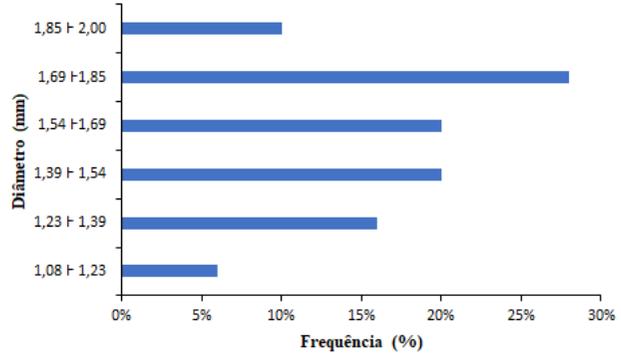
WWF BRASIL (2017). **Restauração ecológica no Brasil: desafios e oportunidades**. Relatório elaborado no âmbito do Programa Água Brasil, Brasília, 11 set. 2014. 91p. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?60742/Restaurao-ecologica-no-Brasil-desafios-e-opportunidades>. Acesso em: 16 mar. 2024.

## APÊNDICE

### Apêndice I - Resultados biométricos de sementes de *Bowdichia virgilioides*



**MARROM-ESVERDEADA**



**ALEATÓRIA**

