

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**ARIANE DE ANDRADE**

**GERMINAÇÃO DO PINHÃO, CRESCIMENTO E TESTE HÍDRICO DE MUDAS  
DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

**MONTE CARMELO  
2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**ARIANE DE ANDRADE**

**GERMINAÇÃO DO PINHÃO, CRESCIMENTO E TESTE HÍDRICO DE MUDAS  
DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Emanuel Arnoni Costa

**MONTE CARMELO  
2020**

**ARIANE DE ANDRADE**

**GERMINAÇÃO DO PINHÃO, CRESCIMENTO E TESTE HÍDRICO DE MUDAS  
DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
Florestal, Campus Monte Carmelo,  
da Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte dos requisitos  
necessários para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Florestal.

Monte Carmelo, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Emanuel Arnoni Costa  
Orientador

---

Dr. Lidiomar Soares da Costa  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. Antônio José Vinha Zanuncio  
Membro da Banca

**MONTE CARMELO  
2020**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço aos meus pais, Maria Luci e José Mario, pela criação fantástica que me deram, pelo apoio e incentivo incondicional e ao meu irmão Thiago pelo apoio e incentivo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Emanuel Arnoni Costa, pela disponibilidade em me orientar e ajudar, destacando sua árdua dedicação em ensinar, sendo um grande exemplo de comprometimento e atuação profissional.

Ao Prof. Dr. Antônio José Vinha Zanuncio e Dr. Lidiomar Soares da Costa, por participarem da banca do meu trabalho de conclusão de curso.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia – UFU, seu corpo docente, direção e administração, por todos os conhecimentos e aprendizagem que colaboraram ao meu conhecimento pessoal educacional.

Agradeço a Gabriely N. Reis pelo apoio e dedicação por ter ajudado e incentivado na realização do TCC.

Agradeço a minha amiga Caroline C. Bonato por todo apoio e incentivo, por sempre está ao meu lado me dando forças e me apoiando em minha jornada.

Aos meus amigos de graduação Natalia Candito, Luiz Fernando R. de Deus, Roseli Amorim, Guilherme Tanaka, Lucas Ribeiro, pelos muitos momentos de dividindo, todos os desafios de cada etapa comigo, inúmeros trabalhos realizados juntos e pela eterna amizade.

"Noventa por cento do sucesso se baseia simplesmente em insistir."

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Medição das dimensões do pinhão, sendo que: cabinho (Cb), comprimento (C), largura (L) e peso. Fonte: Autor. ....	13
<b>Figura 2.</b> Variáveis meteorológicas entre o período de avaliação da germinação dos pinhões, agosto/2019 a abril/2020. ....	14
<b>Figura 3.</b> Dados meteorológicos mensais do período de julho de 2020 a 15 de setembro de 2020. ....	15
<b>Figura 4.</b> Crescimento e competição de espaço das mudas de araucária. Fonte: Autor. ....	16
<b>Figura 5.</b> Medição das variáveis morfométricas. Fonte: Autor. ....	17
<b>Figura 6.</b> Pinhões deteriorados. ....	21
<b>Figura 7.</b> Variáveis morfométricas ajustadas em função dos dias para as mudas de <i>Araucaria angustifolia</i> . ....	24
<b>Figura 8.</b> Raízes das mudas de araucária com sintomas de amarelecimento e murcha. Fonte: Autor. ....	25
<b>Figura 9.</b> Crescimento (A, C, E e G) e incremento corrente semanal (B, D, F e H) para as variáveis morfométricas das mudas de araucária. ....	29
<b>Figura B1.</b> Muda com evidências de envelhecimento de raízes. Fonte: Autor. ....	36
<b>Figura B2.</b> Mudanças de araucária apresentando murcha e amarelecimento. Fonte: Autor. ....	37
<b>Figura B3.</b> Problemas ocorridos com as mudas adubadas com uréia (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O). Fonte: Autor. ....	38
<b>Figura B4.</b> Muda de araucária com sistema radicular bem desenvolvido. ....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Classificação de Köppen para os municípios de coleta dos pinhões. ....	12
<b>Tabela 2.</b> Análise da quantificação das dimensões do pinhão de <i>A. angustifolia</i> . ....	20
<b>Tabela 3.</b> Cronologia do experimento contabilizando a quantidade de germinação. ....	21
<b>Tabela 4.</b> Modelagem das variáveis morfométricas em função dos dias para as mudas de araucária.....	23
<b>Tabela 5.</b> Caracterização das mudas com sintomas de murcha e/ou amarelecimento.....	26
<b>Tabela 6.</b> Análise de medidas repetidas dos incrementos para as variáveis morfométricas de acordo com níveis hídricos das mudas de araucária.....	30
<b>Tabela A1.</b> Informações nutricionais do substrato Vivatto Slim Plus.....	35
<b>Tabela A2.</b> Valores médios das variáveis meteorológicas entre os períodos de 07/julho/2020 até 15/setembro/2020 para a cidade de Orlandia-SP.....	40
<b>Tabela A3.</b> Correlação de Pearson entre os incrementos com as variáveis meteorológicas. ....	41

## RESUMO

Os fatores que influenciam a germinação e o crescimento de mudas de essências florestais são importantes para a obtenção de indivíduos com alto vigor. Desta forma, o estudo teve como objetivo caracterizar e avaliar a taxa de germinação dos pinhões, crescimento de variáveis morfométricas e determinar níveis ótimos hídricos de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Os pinhões foram coletados (junho/2019) em três municípios de Santa Catarina (Capão Alto, Lages e São José do Cerrito) situados na Serra Catarinense. Em laboratório foram mensuradas as características das dimensões dos pinhões: comprimento (C), largura (L), cabinho (Cb) e o peso (Ps). Com medições semanais (de março até setembro/2020) foram medidas as seguintes variáveis morfométricas das mudas: o diâmetro da base (db), altura (h), proporção de copa (Pc) e quatro raios da copa (rc) segundo as posições cardeais (norte; leste; sul e oeste). A descrição do crescimento das variáveis morfométricas foram avaliadas pelo ajuste de modelos de regressão com termo linear [x], quadrático [x<sup>2</sup>], inverso [1/x] e logarítmico [ln(x)]. Para a avaliação do teste hídrico foi considerado diferentes níveis de exigência de água por muda durante monitoramento semanal (de julho até setembro/2020). Assim, foram estabelecidos quatro tratamentos: T1 [100 ml], T2 [200 ml], T3 [300 ml] e T4 [400 ml]; irrigados uma vez por semana. A partir da análise dos resultados é possível concluir que houve variação das dimensões dos pinhões coletados. Os modelos escolhidos para a modelagem das variáveis morfométricas foram levados em consideração o maior valor de coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), menor erro padrão residual (Syx), maior valor de F calculado. O modelo de regressão linear foi melhor para expressar o crescimento em altura (h) e raio de copa (rc), com base nos critérios estatísticos analisados. A partir dos dados do teste hídrico, verificou que os melhores níveis hídricos estão entre 200 ml e 300 ml. Avaliando as medidas repetidas dos incrementos correntes semanais para os diferentes testes hídricos, os incrementos em altura (I<sub>h</sub>), proporção de copa (I<sub>Pc</sub>) e raio de copa (I<sub>rc</sub>) apresentaram diferença significativas no tempo e no tratamento.

Palavras-chave: Pinheiro do Paraná. Dimensões do pinhão. Crescimento. Exigência hídrica.

## ABSTRACT

The factors that influence the germination and growth of seedlings of forest essences are important for obtaining individuals with high vigor. Thus, the study aimed to characterize and evaluate the germination rate of pine nuts, growth of morphometric variables and determine optimal water levels of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze seedlings. Pine nuts were collected (June/2019) in three municipalities in Santa Catarina (Capão Alto, Lages and São José do Cerrito) located in the Serra Catarinense. In the laboratory, the characteristics of pinion dimensions were measured: length (C), width (L), stem (Cb) and weight (Ps). With weekly measurements (from March to September/2020), the following seedling morphometric variables were measured: base diameter (db), height (h), crown proportion (Pc) and four crown radii (rc) according to positions cardinals (north; east; south and west). The description of the growth of the morphometric variables was evaluated by adjusting regression models with linear [x], quadratic [x<sup>2</sup>], inverse [1/x] and logarithmic [ln (x)] terms. For the evaluation of the water test, different levels of water requirement per seedling were considered during weekly monitoring (from July to September/2020). Thus, four treatments were established: T1 [100 ml], T2 [200 ml], T3 [300 ml] and T4 [400 ml]; irrigated once a week. From the analysis of the results it is possible to conclude that there was variation in the dimensions of the collected pine nuts. The models chosen for modeling the morphometric variables were taken into account the highest value of the coefficient of determination (R<sup>2</sup>), the lowest residual standard error (Syx), the highest calculated F value. The linear regression model was better for expressing growth in height (h) and crown radius (rc), based on the analyzed statistical criteria. From the water test data, he found that the best water levels are between 200 ml and 300 ml. Evaluating the repeated measurements of the current weekly increments for the different water tests, the increments in height (Ih), crown proportion (IPc) and crown radius (Irc) showed significant differences in time and treatment.

Keywords: Brazilian pine. Pinion dimensions. Growth. Water requirement.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 COLETA DOS PINHÕES.....	12
3.2 CONDIÇÕES DO EXPERIMENTO.....	13
3.2.1 QUANTIFICAÇÃO DO TAMANHO E PESO DOS PINHÕES.....	13
3.2.2 LOCAL.....	13
3.2.3 SUBSTRATO UTILIZADO.....	14
3.2.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	15
3.3 AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO.....	16
3.3.1 GERMINAÇÃO DOS PINHÕES.....	16
3.3.2 AVALIAÇÕES MORFOMÉTRICAS.....	16
3.3.3 TESTE HÍDRICO.....	17
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 QUANTIFICAÇÃO DO TAMANHO E PESO DOS PINHÕES.....	20
4.2 AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DOS PINHÕES.....	21
4.3 MODELAGEM DO CRESCIMENTO DE VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS.....	22
4.4 PROBLEMAS OCORRIDOS COM AS MUDAS.....	25
4.5 TESTE HÍDRICO.....	27
5 CONCLUSÃO.....	31
6 RECOMENDAÇÕES.....	31
APÊNDICE A. INFORMAÇÕES DO SUBSTRATO COMERCIAL UTILIZADO NO EXPERIMENTO.....	35
APÊNDICE B. MUDAS COM ENOVELAMENTO RADICULAR.....	36
APÊNDICE C. PROBLEMAS OCORRIDOS DURANTE O CRESCIMENTO DAS MUDAS DE ARAUCÁRIA.....	37
APÊNDICE D. MUDA DE ARAUCÁRIA SADIA COM SISTEMA RADICULAR BEM DESENVOLVIDO.....	39
APÊNDICE E. VALORES MÉDIOS DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS PARA A CIDADE DE ORLÂNDIA-SP.....	40
APÊNDICE F. CORRELAÇÃO ENTRE OS INCREMENTOS DAS VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS COM AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	41

## 1 INTRODUÇÃO

A espécie de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze devido ao seu grande valor madeireiro, sofreu exploração indiscriminada durante o século XX, isso resultou na sua entrada na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2014). Outro fator da ameaça de extinção, é a falta de conhecimento da aplicação direta na coleta de sementes destinadas à conservação de germoplasma, na obtenção de sementes para fins comerciais e de regeneração das populações naturais (MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004), o que dificulta a produção de mudas. Atualmente a prática de manejo em áreas florestais está praticamente proibido, pelo fato de ser protegida por lei (BRASIL, 2001). Entretanto, iniciativas governamentais recentes estão sendo avaliadas com intenção de mostrar que as florestas naturais no Sul do Brasil podem ser sustentáveis e fornecer benefícios ambientais, sociais e econômicos (LONGHI et al., 2018).

A *A. angustifolia* apresenta grande importância econômica, principalmente pela sua madeira que contém boas características físicas e mecânicas com amplo uso, apresentando como principal produto não madeireiro, o pinhão, com alto valor nutricional (HESS et al., 2010), apresentando amplo uso na produção de matéria-prima de diversos subprodutos derivados da sua resina (KUHN, 2012). Além disso, apresenta grande importância no papel ecológico da Floresta Ombrófila Mista, fornecendo alimento através das suas sementes, que contém elevado valor energético, para diversos mamíferos e aves da região, como, por exemplo a *Cyanocorax caeruleus*, conhecida popularmente como gralha-azul (KUHN, 2012).

A dispersão primária das sementes de araucária ocorre exclusivamente por autocoria, na forma barocória (semente envolta da planta mãe), havendo também dispersão ornitocórica, através da gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*). A dispersão secundária é zoocórica, através da cutia (*Dasyprocta azarae*) e outros pequenos mamíferos roedores (COUTINHO, 2007). As sementes de *A. angustifolia* são classificadas como recalcitrantes e caracterizadas por serem sensíveis à dessecação, antes e após a dispersão, possuindo longevidade muito limitada após a coleta, apresentando nível crítico de umidade entre 37% e 38%, já o embrião, perde totalmente a viabilidade quando desidratado próximo a 43% de umidade, atingindo o seu grau de umidade crítico (GASPARIN, 2016).

A formação de mudas de espécies florestais é influenciada pelos devidos fatores, destacando-se, além da semente, o substrato e o recipiente utilizado, os quais segundo Santos et al. (2000), refletem diretamente na qualidade do produto final. Outro fator essencial para a produção de mudas é a irrigação. A necessidade hídrica, na sua fase de formação e desenvolvimento, é de fundamental importância, principalmente nas regiões que carecem de informações de sistema de produção do pinhão e a sua comercialização para renda familiar.

A falta de irrigação nas plantas pode levar ao estresse hídrico e diminuir a absorção de nutrientes. Já o excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes, apodrecimento das raízes e ainda proporcionar microclima favorável ao desenvolvimento de doenças (LOPES et al., 2005).

A água é o fator ambiental mais limitante ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas, uma vez que o estado energético da planta é o resultado da interação entre a demanda evaporativa atmosférica com o potencial de água do solo, densidade e distribuição do sistema radicular e processos fisiológicos (FERREIRA, 1997).

De acordo com Korndorfer (2007), a *A. angustifolia* tem tolerância ao sombreamento nos períodos de desenvolvimento, tanto em casa de vegetação quanto no campo. A espécie não tem muito estudo, quanto a necessidade de irrigação, mas alguns indícios experimentais disponíveis apontam para um comportamento conservador em relação à água (YAMASAKI, 2000).

Com a finalidade de obter respostas técnicas adequadas para produção de mudas de qualidade faz-se necessário a realização de pesquisa básica, como exigências nutricionais, substratos adequados, dosagem adequada de água, incidência de luz necessária, ou como no caso do presente trabalho a influência causada pelos diferentes tratamentos hídricos no crescimento da muda, dentre outros estudos. Deste modo, o presente trabalho visa trazer respostas da germinação, taxas de crescimento das mudas e definir níveis ideais de irrigação que as mudas de araucária suportam.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a taxa de germinação dos pinhões, crescimento e teste hídrico de mudas de araucária.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- caracterizar as dimensões dos pinhões;
- avaliar a taxa de germinação dos pinhões;
- descrever o crescimento em diâmetro da base, altura, proporção de copa e raio de copa das mudas de araucária;
- verificar a influência de diferentes níveis hídricos no incremento de variáveis morfométricas das mudas de araucária.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 COLETA DOS PINHÕES

Os pinhões utilizados no experimento foram coletados em três municípios de Santa Catarina (SC), Lages [27° 48' S e 50° 19' O], Capão Alto [27° 56' S e 50° 30' O] e São José do Cerrito [27° 39' S e 50° 34' O]. Conforme a classificação de Köppen, o clima das cidades são Cfb (Tabela 1), identificado por clima subtropical úmido, sem estação seca e com verão temperado (ALVARES et al., 2013).

**Tabela 1.** Classificação de Köppen para os municípios de coleta dos pinhões.

Cidades	Köppen	Altitude	Temperatura média (°C)	Pluviosidade (mm/anual)
Capão Alto	Cfb	950	15,3	1562
Lages	Cfb	987	15,1	1441
São José do Cerrito	Cfb	888	16,0	1570

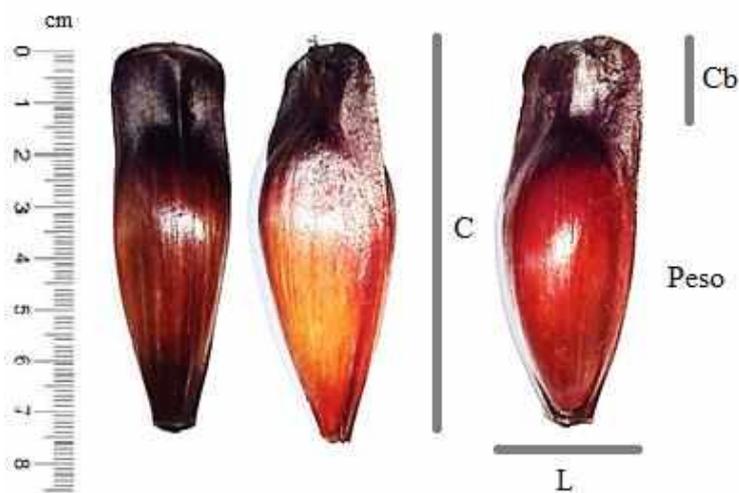
Essas regiões apresentam substrato formadas por rochas sedimentares gonduânicas e rochas magmáticas recentes da formação serra geral. O relevo local varia

em relação à altimetria, entre 679 e 1818 metros (LEMOS, 2018). Os solos predominantes nas cidades são Cambissolos, Neossolos, Nitossolos Háplicos e Cambissolos Húmicos, desenvolvidos a partir de rochas basálticas (IBGE, 2012).

### 3.2 CONDIÇÕES DO EXPERIMENTO

#### 3.2.1 QUANTIFICAÇÃO DO TAMANHO E PESO DOS PINHÕES

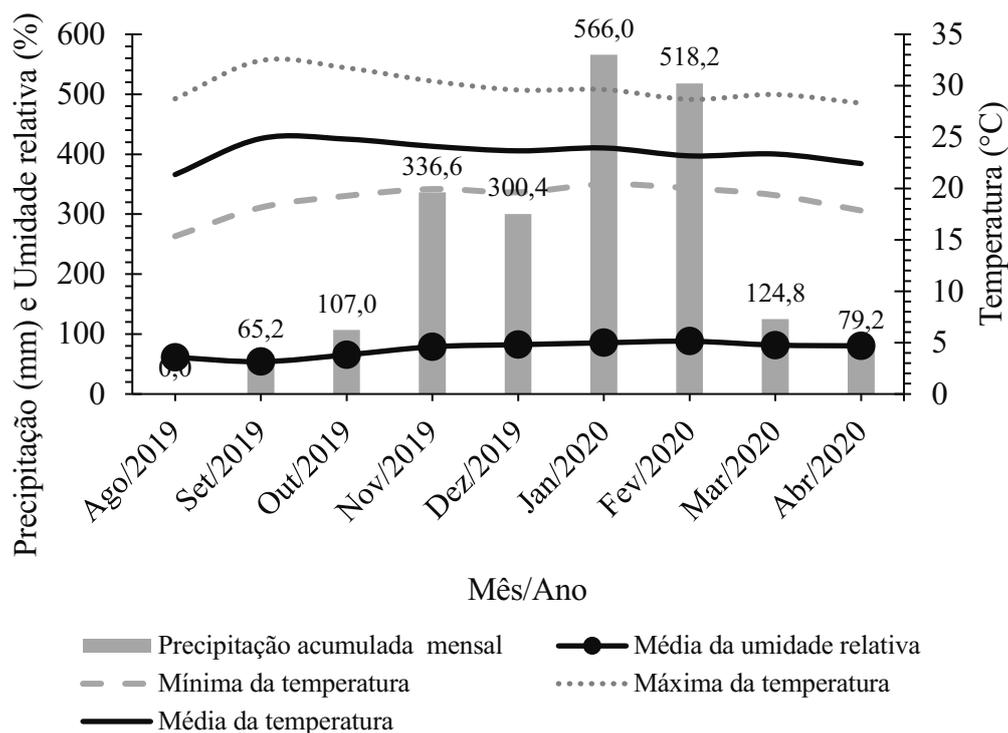
Os pinhões foram medidos e pesados no LAMIF (Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia) na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Monte Carmelo, MG. As medições das dimensões do pinhão foram feitas por paquímetro digital e depois pesadas em balança digital eletrônica (Figura 1).



**Figura 1.** Medição das dimensões do pinhão, sendo que: cabinho (Cb), comprimento (C), largura (L) e peso. Fonte: Autor.

#### 3.2.2 LOCAL

O experimento foi conduzido na cidade de Monte Carmelo - MG [18° 43' S e 47° 29' O; altitude 890m]. De acordo com a classificação de Köppen o clima é tropical com estação seca (Aw). A precipitação acumulada e as temperaturas mínima, média e máxima mensal (Figura 2) para o período de condução do estudo, foram obtidas pelo banco de dados meteorológicos da Cooxupé (Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé) – [<http://sismet.cooxupe.com.br:9000>].



**Figura 2.** Variáveis meteorológicas entre o período de avaliação da germinação dos pinhões, agosto/2019 a abril/2020.

### 3.2.3 SUBSTRATO UTILIZADO

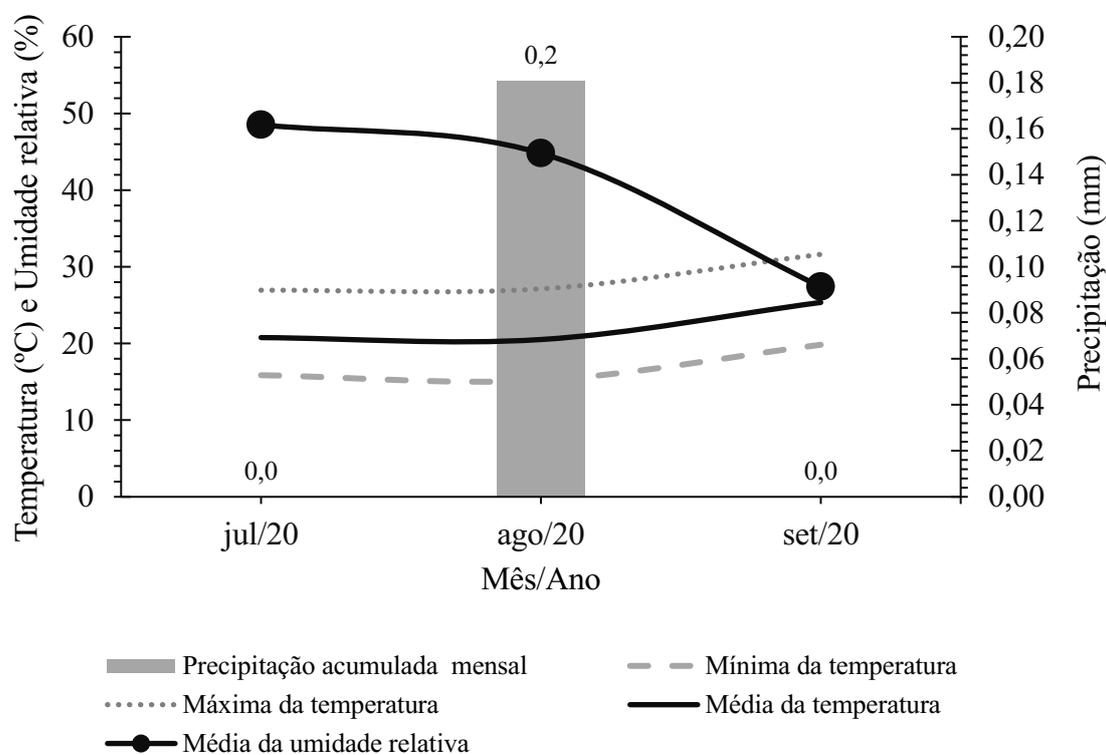
Utilizou-se o substrato comercial Vivatto Slim Plus (Vivatto®), que é composto de casca de pinus bioestabilizada, vermiculita, moinha de carvão vegetal, água e espuma fenólica. Segundo o que consta nas informações do fabricante: “VIVATTO é um substrato para plantas que possui características e propriedades físico-químicas balanceadas e adequadas para um excelente desenvolvimento das mudas (APÊNDICE A). É produzido com equipamentos da mais alta tecnologia e sob um rigoroso controle de qualidade, desde o preparo das matérias-primas até o produto final. Promove maior retenção de nutrientes, o que minimiza a ocorrência de deficiências nutricionais das mudas (elevada CTC); os componentes bioestabilizados do VIVATTO excluem a possibilidade de raquitismo nas mudas provocado por materiais em estágio de fermentação (TECHNES AGRÍCOLA, 2014).

### 3.2.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As sementes de araucária foram deixadas mergulhadas na água em temperatura ambiente, por um período de 24 horas, um dia antes da instalação do experimento, este processo foi realizado para acelerar a germinação das sementes conforme recomendado por Wendling e Zenette (2017).

O experimento foi montado no dia 20 de agosto de 2019, utilizando 672 pinhões plantados em 192 sacos plásticos de aproximadamente de 17 x 20 cm, utilizando o substrato Vivatto Slim Pro, contendo 3 a 4 pinhões por sacos. As plantas foram dispostas em fileiras 8x8 em condições climáticas (experimento instalado na garagem), havendo regas duas vezes por semana, com radiação solar de três a quatro horas por dia.

No dia 13 de junho o experimento teve uma mudança de cidade/estado, passado a ser avaliado no interior de São Paulo, na cidade de Orlandia. Os dados mensais do período de 07/julho/2020 até 15/setembro/2020, foi obtido pelo banco de dados meteorológico de ensino e pesquisa do INMET [<https://bdmep.inmet.gov.br>], da estação meteorológica de Franca-SP (APÊNDICE E), em que estes dados são referentes à cidade de Orlandia-SP (Figura 3).



**Figura 3.** Dados meteorológicos mensais do período de julho de 2020 a 15 de setembro de 2020.

### 3.3 AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO

#### 3.3.1 GERMINAÇÃO DOS PINHÕES

A germinação foi avaliada aos 181 e 242 dias após o plantio, sendo que para isso foram contabilizadas quantas mudas por recipiente haviam germinado nesses períodos.

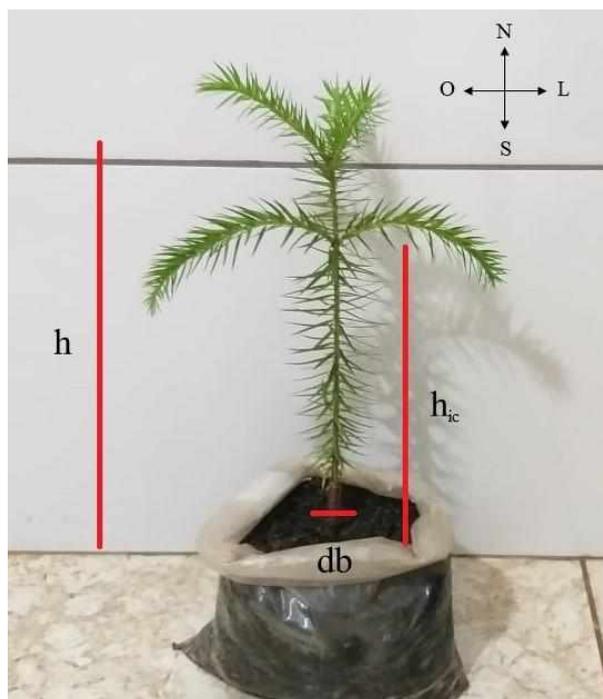
Aos 242 dias (18/abril/2020) avaliou-se a competição entre as plantas por espaço e nutrientes, havendo competição entre duas a três plantas no mesmo saco (Figura 4). As plantas apresentavam raízes saindo do saco e algumas enovelamento radicular (APÊNDICE B).



**Figura 4.** Crescimento e competição de espaço das mudas de araucária. Fonte: Autor.

#### 3.3.2 AVALIAÇÕES MORFOMÉTRICAS

Aos 190 dias após a semeadura, realizou-se avaliações morfológicas das mudas, sendo essas avaliações: o diâmetro da base (db), medido no colo da planta (próximo ao solo); a altura (h), tomada a partir do solo até a gema apical; a altura de interseção de copa ( $h_{ic}$ ), tomada a partir do solo até os primeiros ramos da copa; e o raio de copa, tomado nas direções norte (N), leste (L), oeste (O) e sul (S) (Figura 5). Os equipamentos utilizados para tais avaliações foram: trena métrica para altura total, régua métrica para inserção de início de copa e raio de copa e paquímetro manual para o diâmetro da base do solo.



**Figura 5.** Medição das variáveis morfométricas. Fonte: Autor.

Afim de ajustar os dados das variáveis observadas, foi realizado a modelagem para os dados coletados desde o início (28/abril/2020) até o final do experimento (15/setembro/2020), resultando em 21 avaliações semanais. Os cálculos desse período de avaliação procederam pela retirada dos dados das mudas mortas, fazendo regressão apenas das mudas vivas.

Deste modo, realizou modelagem estatística para as variáveis do diâmetro da base ( $db$ ), altura ( $h$ ), proporção de copa ( $Pc$ ) e raios de copa ( $rc$ ), em função dos dias avaliados, utilizando regressão linear. Desta forma, foram testados quatro modelos lineares:

1.  $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon_i$
2.  $y = \beta_0 + \beta_1 x^2 + \varepsilon_i$
3.  $y = \beta_0 + \beta_1 1/x + \varepsilon_i$
4.  $y = \beta_0 + \beta_1 \ln(x) + \varepsilon_i$

Em que:  $y$  = variável dependente a ser prevista;  $x$  = variável independente;  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes de regressão estimados;  $\varepsilon_i$  = erro aleatório.

### 3.3.3 TESTE HÍDRICO

Essa fase procedeu-se no interior de São Paulo - Orlândia, contendo 11 aferições. As plantas foram colocadas em um local onde obtinham apenas uma hora e dez minutos de luz solar das 12:10 até 13:20. As avaliações sucederam-se a partir do dia 07/julho/2020

até dia 15/setembro/2020, tendo quatro tratamentos hídricos, sorteados aleatoriamente pela quantidade de mudas vivas, sendo eles 100 ml (T1) contendo 9 mudas, 200 ml (T2) com 10 mudas, 300 ml (T3) com 8 mudas e 400 ml (T4) com 10 mudas. A irrigação sucedeu uma vez por semana, utilizando copo plástico graduado para irrigação, afim de avaliar qual o nível ótimo para as mudas de araucária.

Foi realizada análise dos incrementos correntes semanais das onze aferições de cada tratamento, pelo Microsoft Excel.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística foi usado o programa SAS (Statistical Analysis System) Versão 9.4. Os dados foram manipulados no Microsoft Excel®.

A estatística descritiva foi usada para descrever a quantificação do tamanho e peso dos pinhões. Para a modelagem das variáveis morfométricas foi usado análise de regressão linear pelo programa SAS, obtendo o valor de F da ANOVA, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), erro padrão da estimativa (Syx) e distribuição gráfica dos resíduos.

Os critérios de seleção de modelos usados foram baseados no valor de F da ANOVA, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), erro padrão da estimativa (Syx) e análise gráfica dos resíduos. Para a avaliação dos parâmetros, realizou o teste T ao nível de 5% de significância.

Para o teste hídrico foi realizado o incremento corrente semanal das variáveis, onde foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade e Bartlett para a homogeneidade de variância. A fim de ajustar algumas pressuposições que não foram atendidas devido à frequência de zeros, adicionou-se uma variável dependente constante com valor de 0,5 (YAMAMURA, 1999). Após foi verificado um valor de potência apropriado para a transformação da variável dependente pelo método proposto por Box e Cox (1964), com finalidade de encontrar a melhor potência de lambda ( $\lambda$ ) buscando normalidade dos dados.

Com o propósito de verificar as diferenças entre os tratamentos hídricos com as variáveis diâmetro da base, altura, proporção de copa e raio de copa durante as onze aferições, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas ( $F < 0,05$ ) (LITTELL et al., 2006), avaliando as taxas de incremento de acordo com o efeito do tratamento (mudas irrigadas com diferentes níveis de água), no tempo, tratamento e tratamento\*tempo.

O grau de associação entre o incremento das variáveis morfométricas medidas das mudas com as variáveis meteorológicas foram analisadas com base na análise de correlação de Pearson.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 QUANTIFICAÇÃO DO TAMANHO E PESO DOS PINHÕES

A média do comprimento (C) dos pinhões foi de 57,1 mm (Tabela 2). A diferença do intervalo-interquartil (Q3 – Q1) para o comprimento é de 7,5 explicando essa diferença de tamanho entre os pinhões. A parte do pinhão que apresenta maior variação é o cabinho (Cb), com coeficiente de variação de 34,3%.

**Tabela 2.** Análise da quantificação das dimensões do pinhão de *A. angustifolia*.

Variável	Unidade	Mínimo	Q1	Média	Mediana	Q3	Máximo	CV%
Comprimento (C)	mm	38,4	53,5	57,1	57,8	61,0	72,8	10,1
Largura (L)	mm	9,4	14,2	15,7	15,7	17,4	22,5	15,1
Cabinho (Cb)	mm	0,0	4,8	6,4	6,7	7,8	11,4	34,3
Peso	g	3,4	7,8	8,8	9,1	10,1	13,0	20,3

Em que: Q1 = quartil 1 [25% das observações]; Q3 = quartil 3 [75% das observações]; CV% = coeficiente de variação.

A pesquisa de Pires (2016), avaliou os valores medianos da distribuição da frequência das características biométricas das sementes de *A. angustifolia*, coletadas em 10 matrizes em Palma Sola/SC. Deste modo, evidenciou que a mediana da largura dos pinhões foram de 18 a 20 mm, enquanto que a variável comprimento obteve 53 a 57 mm e 5,0 a 6,0 gramas. Assim, comparando com este estudo, observa-se que há diferença entre as dimensões dos pinhões avaliados principalmente em relação ao comprimento e peso.

Segundo Krupek e Ribeiro (2010), encontraram maiores variações nas características das sementes de araucária entre diferentes plantas e nos estróbilos, a variação no comprimento, largura, e peso foram baixas. No trabalho de Anselmini (2005), foi observado diferenças nos tamanhos de sementes entre diferentes pinhas provenientes de galhos secundários e galhos primários dentro da mesma árvore (MANTOVANI et al., 2004).

## 4.2 AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DOS PINHÕES

A emergência das plântulas iniciou 60 dias após o plantio (Tabela 3). Um total de 672 pinhões colocados para germinar, apenas 14,9% germinaram.

**Tabela 3.** Cronologia do experimento contabilizando a quantidade de germinação.

Cronologia	Data	Pinhões*	Sacos	Sacos G	Mudas	Mudas/Saco	% G
Implantação	20/08/2019	672	192	-	-	-	-
Início da germinação	28/10/2019	672	192	67	89	1,33	13,2
Início da irrigação	30/10/2019	672	192	-	-	-	-
Avaliação I	24/02/2020	672	192	63	82	1,30	12,2
Avaliação II	18/04/2020	672	192	70	100	1,43	14,9

Em que: G = germinação; \*Em cada saco foi inserido entre 3 e 4 pinhões.

Com relação a quantidade total de pinhões que foi plantado (672), observou-se que a taxa de germinação foi baixa, pois, algumas sementes estavam deterioradas (Figura 6) encontradas na avaliação II do experimento. Este resultado pode estar associado ao tempo de armazenamento dos pinhões, com perda da capacidade germinativa de 75% (60 dias) e 45% (120 dias), em ambientes com umidade relativa acima de 80% (MARAN et al., 2016). A taxa de germinação normalmente é menor em áreas naturais quando os pinhões estão sujeitos a predação intensa, principalmente por pequenos roedores silvestres, como cutias, camundongos, ratos, paca, esquilo, ouriço e outros (WENDLING; ZENETTE, 2017).



**Figura 6.** Pinhões deteriorados.

### **4.3 MODELAGEM DO CRESCIMENTO DE VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS**

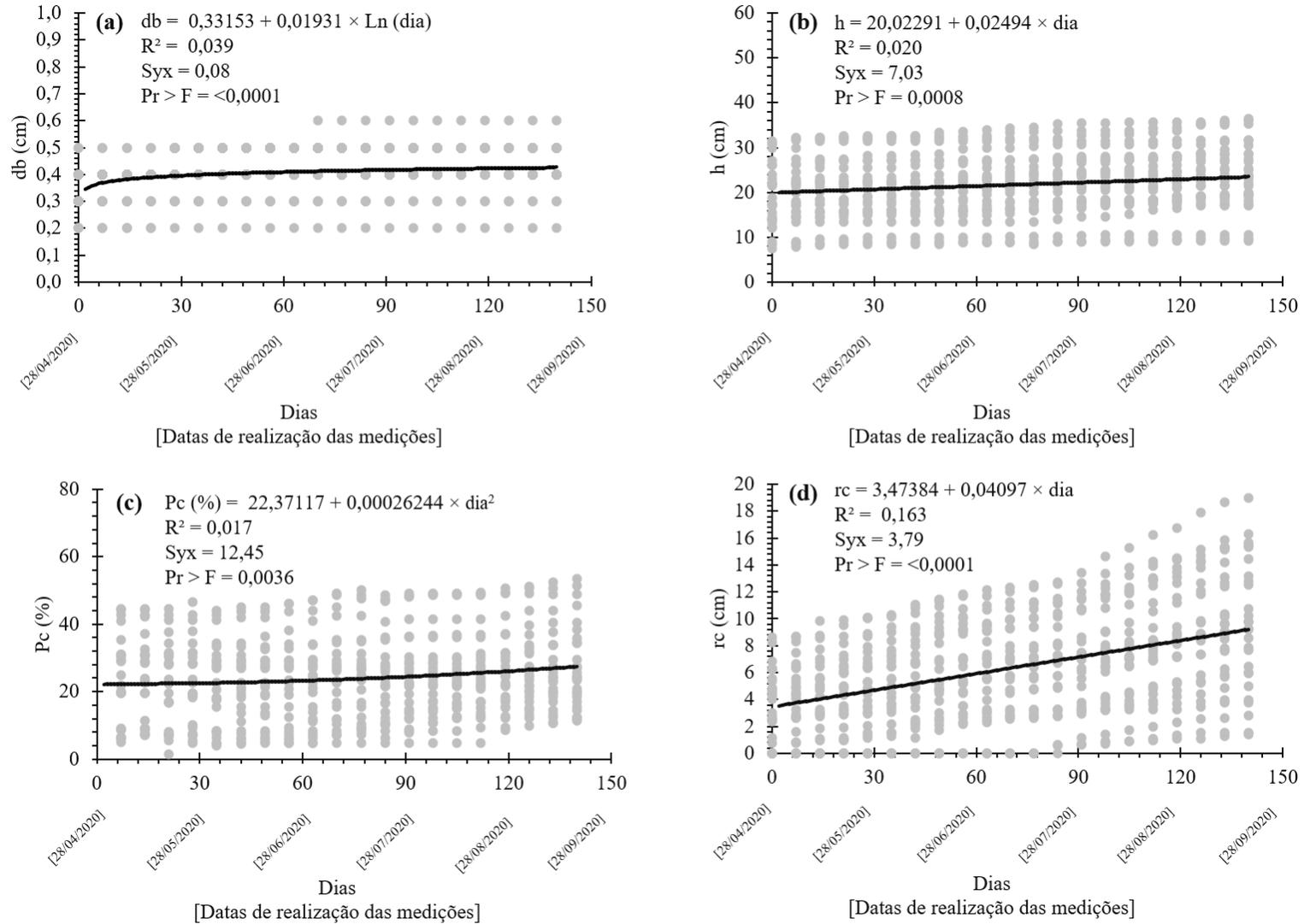
A modelagem do crescimento das variáveis morfométricas são apresentadas na Tabela 4. O  $d_b$  obteve um  $R^2$  de 0,039 (equação 4 - logarítmica). A variável  $h$  resultou em um  $R^2$  igual a 0,020 e baixo  $S_{yx}$  (equação 1 - linear simples). A equação 2 - quadrática foi a melhor para a  $P_c$ , com  $R^2$  de 0,017. A variável  $rc$  obteve como melhor equação ajustada linear simples (1), apresentando 0,163 de  $R^2$ .

**Tabela 4.** Modelagem das variáveis morfométricas em função dos dias para as mudas de araucária.

Variável	Equação	$\beta_0$	$\beta_1$	Valor de F	Pr >F	R <sup>2</sup>	Syx
db	1	0,38493 (<0,0001)	0,00034133 (<0,0001)	17,6	<0,0001	0,031	0,08
	2	0,39647 (<0,0001)	0,00000192 (0,0004)	12,6	0,0004	0,022	0,08
	3	0,42140 (<0,0001)	-0,44671 (<0,0001)	18,1	<0,0001	0,032	0,08
	4	0,33153 (<0,0001)	0,01931 (<0,0001)	22,0	<0,0001	0,039	0,08
h	1	20,02291 (<0,0001)	0,02494 (0,0008)	11,3	0,0008	0,020	7,03
	2	20,71293 (<0,0001)	0,00016251 (0,0010)	10,9	0,001	0,020	7,03
	3	22,41654 (<0,0001)	-22,19753 (0,0214)	5,3	0,0214	0,010	7,07
	4	17,13792 (<0,0001)	1,16041 (0,0022)	9,4	0,0022	0,017	7,04
Pc (%)	1	21,51974 (<0,0001)	0,03670 (0,0078)	7,1	0,0078	0,014	12,47
	2	22,37117 (<0,0001)	0,00026244 (0,0036)	8,5	0,0036	0,017	12,45
	3	24,78474 (<0,0001)	-20,06820 (0,2804)	1,2	0,2804	0,002	12,54
	4	18,43066 (<0,0001)	1,42915 (0,0462)	4,0	0,0462	0,008	12,51
rc	1	3,47384 (<0,0001)	0,04097 (<0,0001)	106,7	<0,0001	0,163	3,76
	2	4,60581 (<0,0001)	0,00026724 (<0,0001)	102,9	<0,0001	0,158	3,77
	3	7,40913 (<0,0001)	-36,57147 (<0,0001)	46,5	<0,0001	0,078	3,94
	4	-1,29531 (0,1256)	1,91371 (<0,0001)	87,6	<0,0001	0,138	3,81

Em que: db = diâmetro da base (cm); h = altura (cm); Pc = proporção de copa (%); rc = raio de copa (cm);  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes de regressão estimados; (Pr >F) = probabilidade do valor de F da ANOVA; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; Syx = erro padrão da estimativa.

A dispersão dos dados observados em função dos dias, para cada variável morfométrica, foi sucedido a tendência média das linhas de regressão (Figura 7). Os zeros apresentados no rc (Figura 7d) foram para mudas que ainda não apresentavam crescimento de raio de copa.



**Figura 7.** Variáveis morfométricas ajustadas em função dos dias para as mudas de *Araucaria angustifolia*.

#### 4.4 PROBLEMAS OCORRIDOS COM AS MUDAS

Após o transplante das mudas em sacos maiores de polietileno, foi avaliado doze destas mudas com murcha e/ou amarelecimento das acículas (Figura 8).

Estas mudas não apresentavam bom desenvolvimento radicular principal (Figura 8 e Tabela 5). Sendo que, *A. angustifolia* possui raiz principal (pivotante) comprida e pouco adaptável as condições adversas do campo (MALINOVSKI, 1977).



**Figura 8.** Raízes das mudas de araucária com sintomas de amarelecimento e murcha.  
Fonte: Autor.

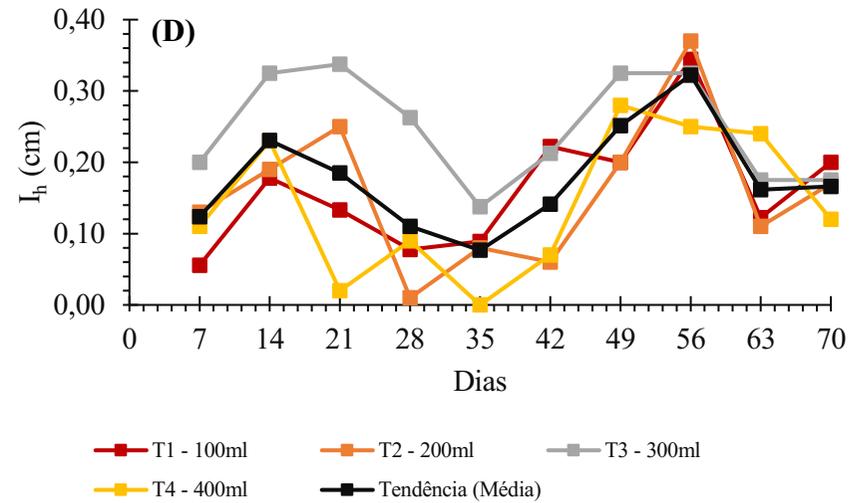
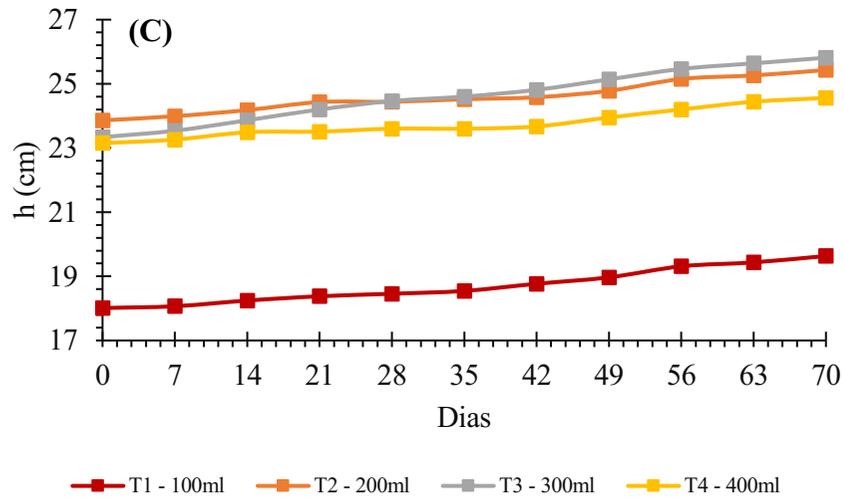
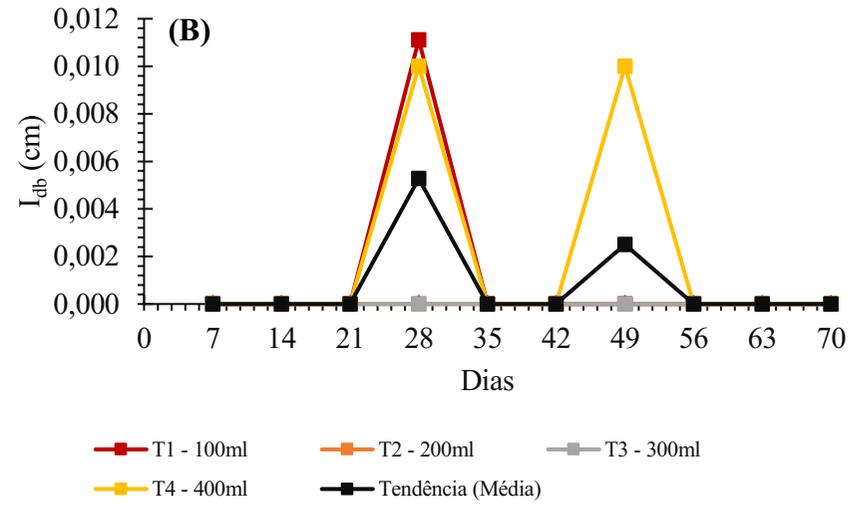
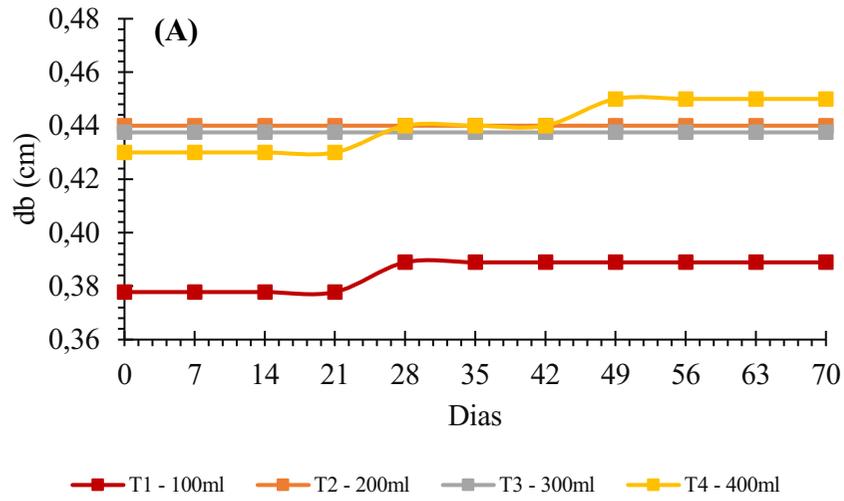
**Tabela 5.** Caracterização das mudas com sintomas de murcha e/ou amarelecimento.

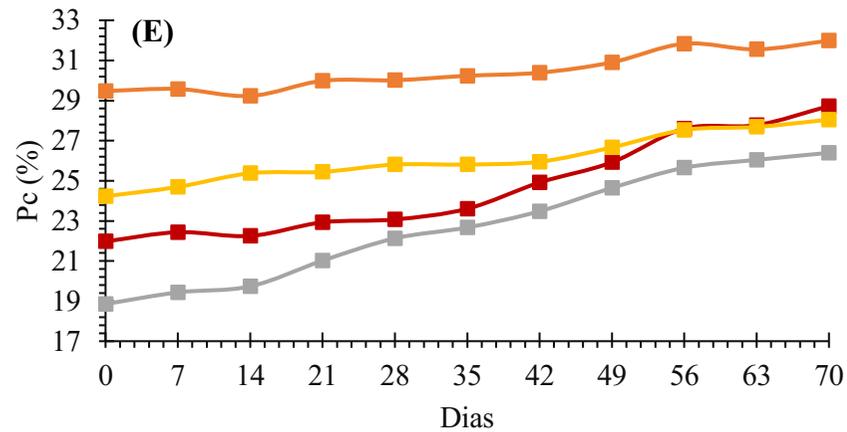
Cronologia	Data	Sacos	Mudas	Mudas/Saco	Mudas	Comprimento de raiz		db	h	hic	rc
						Principal	Secundária				
Amarelecimento	09-11/05/2020	111	110	0,99							
					a	16,0	3,5	0,3	11,0	10,0	2,5
					b	18,5	17,5	0,5	31,0	21,9	8,8
					c	21,7	19,5	0,4	25,7	19,5	9,1
					d	20,7	14,4	0,4	20,0	16,6	10,0
					e	14,5	5,0	0,2	9,1	7,5	3,2
					f	11,0	16,8	0,4	19,9	17,4	8,1
Amarelecimento					g	14,5	4,5	0,4	17,5	16,3	3,1
+					h	38,0	17,4	0,4	34,5	24,5	9,8
problemas	21/05/2020	111	110	0,99	i	10,7	24,4	0,3	13,5	12,5	5,3
radiculares					j	13,0	7,8	0,3	13,4	12,0	8,0
					k	27,0	10,8	0,4	25,5	25,0	2,5
					l	7,5	14,5	0,4	22,5	14,0	6,7
					m	33,5	25,5	0,4	27,0	17,5	7,7
					n	27,0	6,0	0,4	18,5	15,5	8,8
					o	21,2	8,3	0,4	19,6	10,0	16,0
					p	16,0	24,5	0,5	31,5	23,0	6,8
Média [Desvio padrão]						19,4 [8,5]	13,8 [7,5]	0,4 [0,1]	21,3 [7,5]	16,5 [5,3]	7,3 [3,5]

#### 4.5 TESTE HÍDRICO

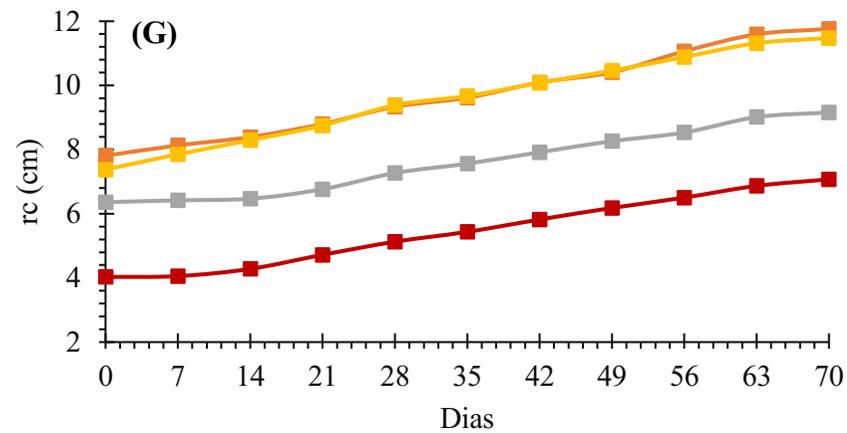
O crescimento das variáveis morfométricas para as mudas de araucária são representadas (Figura 9A, C, E e G) e os incrementos (Figura 9B, D, F e H).

O  $I_{db}$  resultou em menor crescimento durante o tempo avaliado, sua escala de crescimento quase não houve variação quando se trata de incremento. O melhor potencial hídrico para o  $I_h$  foi de 300 ml (T3) observado na Figura 9D, em que este nível sempre esteve acima da tendência média. A Pc destacou dois níveis, sendo eles 100 ml (T1) e 300 ml (T3) (Figura 9F). Para o rc os melhores tratamentos hídricos foram 200 ml (T2) e 400 ml (T4). As variáveis h e rc foram as que mais tiveram variação de crescimento durante o tempo avaliado entre os níveis hídricos.

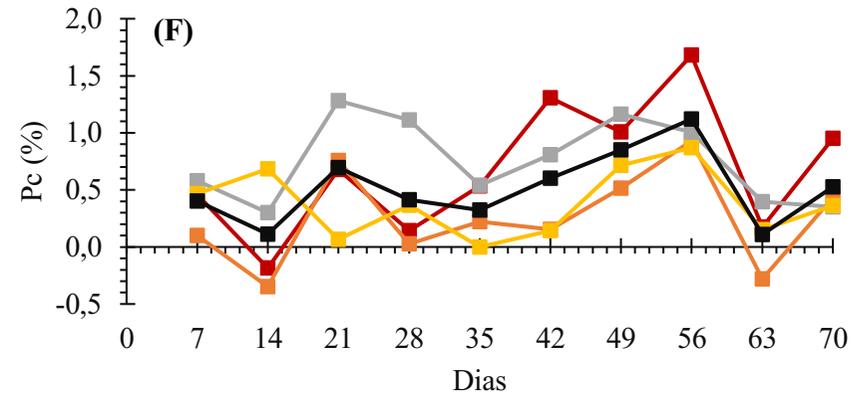




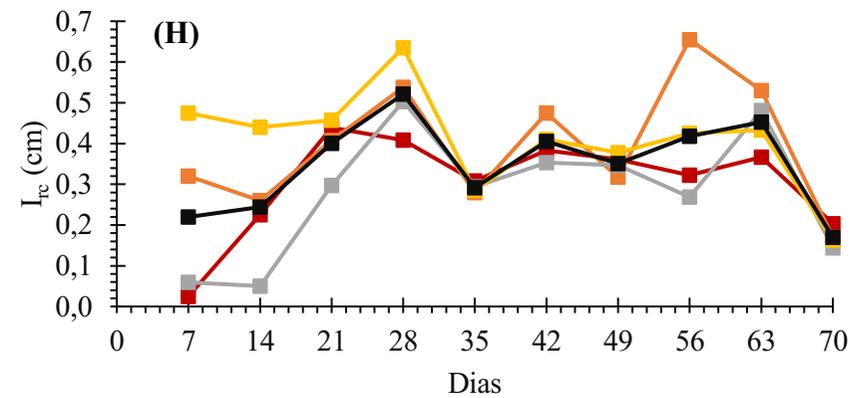
—■— T1 - 100ml    —■— T2 - 200ml    —■— T3 - 300ml    —■— T4 - 400ml



—■— T1 - 100ml    —■— T2 - 200ml    —■— T3 - 300ml    —■— T4 - 400ml



—■— T1 - 100ml    —■— T2 - 200ml    —■— T3 - 300ml  
—■— T4 - 400ml    —■— Tendência (Média)



—■— T1 - 100ml    —■— T2 - 200ml    —■— T3 - 300ml  
—■— T4 - 400ml    —■— Tendência (Média)

**Figura 9.** Crescimento (A, C, E e G) e incremento corrente semanal (B, D, F e H) para as variáveis morfológicas das mudas de araucária.

Os resultados indicaram que não houve diferença para  $I_{db}$  no efeito Tratamento (0,3510), Tempo (0,1852) e na interação do Tratamento\*Tempo (0,8879) (Tabela 6). Desta forma, o déficit hídrico deste período não influenciou no diâmetro da base, sendo que as mudas priorizaram mais o crescimento em altura e raio de copa.

O  $I_h$ ,  $I_{pc}$  e  $I_{rc}$  não apresentaram diferença significativa para o efeito tratamento no tempo (Tratamento\*Tempo), mas houve diferenças significativas ao longo das semanas (Tempo) dentro dos níveis hídricos: T1 = 100 ml; T2 = 200 ml; T3 = 300 ml e T4 = 400 ml (Tratamento) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Análise de medidas repetidas dos incrementos para as variáveis morfométricas de acordo com níveis hídricos das mudas de araucária.

Variável	Box-Cox: $(Y+0,5)^\lambda$	Efeito	G.L. Num.	G.L. Den.	F valor	Pr > F
$I_{db}$ (cm)	$\lambda = -2,0$	Tratamento	3	330	1,10	0,3510
		Tempo	9	330	1,40	0,1852
		Tratamento*Tempo	27	330	0,68	0,8879
$I_h$ (cm)	$\lambda = -0,3$	Tratamento	3	330	2,95	0,0328
		Tempo	9	330	2,77	0,0039
		Tratamento*Tempo	27	330	0,81	0,7403
$I_{pc}$ (%)	$\lambda = 1,0$	Tratamento	3	300	5,48	0,0011
		Tempo	9	300	3,72	0,0002
		Tratamento*Tempo	27	300	0,98	0,5014
$I_{rc}$ (cm)	$\lambda = -0,2$	Tratamento	3	330	5,97	0,0006
		Tempo	9	330	6,80	<0,0001
		Tratamento*Tempo	27	330	1,20	0,2276

Em que: Y = variável dependente;  $\lambda$  = valor da potência encontrado pela transformação da variável dependente (Y), segundo o método de Box-Cox (1964):  $\lambda = 0 \rightarrow \ln(y)$  e  $\lambda = 0.5 \rightarrow y^{0.5}$ ; G.L. Num. = graus de liberdade do numerador; G.L. Den. = graus de liberdade do denominador (Erro).

A não significância do efeito (Tratamento\*Tempo) pode estar relacionada ao período (julho a setembro) de avaliação nas quais as mudas apresentaram baixo crescimento das variáveis morfométricas, com meses de altas temperaturas, menor precipitação e umidade relativa. Talvez com o prolongamento das séries de medições este efeito poderia ser significativo, pois ocorreria maior variação nas variáveis morfométricas e meteorológicas (após setembro).

## 5 CONCLUSÃO

Existe variação na quantificação das dimensões do pinhão, sendo mais evidente no cabinho.

Houve relação entre o crescimento das variáveis morfométricas com o período avaliado. As equações selecionadas para descrever as variáveis morfométricas foram a logarítmica para o diâmetro da base e raio de copa, linear simples para altura e quadrático para proporção de copa.

Os melhores níveis hídricos para as mudas de araucária estão entre 200 ml e 300 ml, apresentando maior crescimento em altura e raio de copa.

Os incrementos em altura, proporção de copa e raio de copa apresentam diferença significativas no tempo e tratamento. Ao avaliar o tratamento e o tempo não há diferenças, podendo estar associado com o curto período avaliado, em que as mudas apresentaram baixo crescimento.

## 6 RECOMENDAÇÕES

- Verificar o vigor de germinação pelo método mecânico de escarificação na extremidade do pinhão, com corte de 3 mm da ponta, conforme descrito por Moreira-Souza e Cardoso (2003).
- Evitar sacos pequenos para o plantio dos pinhões, com o crescimento das mudas pode haver deformação radicular, por exemplo: crescimento lento e envelhecimento radicular.
- A época ideal do plantio das mudas de araucária está entre agosto a fevereiro, período onde se tem uma maior precipitação e umidade relativa, fatores que favorecem melhores condições para o desenvolvimento das mudas.
- O excesso de irrigação pode desencadear o amarelecimento e murcha das mudas. A adubação com uréia tem que ser realizada com cuidado, em termos de quantidade e período, pois quando realizado de forma inadequada pode ocasionar a morte da muda.
- Para avaliar o crescimento das mudas recomenda-se períodos maiores (> 21 semanas) e novos estudos com o mesmo enfoque, em outros locais de ocorrência natural da araucária, para confirmar os valores médios obtidos no presente estudo quanto a exigência hídrica.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANSELMINI, J. I. **Fenologia reprodutiva da *Araucaria angustifolia* (bert.) o. ktze, na região de Curitiba –PR**. 2005. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2014. Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-deextincao/atualizacao-das-listas-de-especies-ameacadas>>. Acesso em: 29 novembro 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Resolução CONAMA nº 278, de 24 de maio de 2001. Dispõe Contra o Corte e Exploração de Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora da Mata Atlântica. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de junho. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=276>>. Acessado: 29 novembro 2020.

BOX, G. E.P; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, v. 26, n. 2, p. 211-243, 1964.

COUTINHO, A. L. da C. **Estudo comparativo do crescimento inicial de plantas obtidas de pinhões de duas procedências e três variedades de pinheiro brasileiro**. 2007. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FERREIRA, C. A. G., **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de eucalyptus Spp. produzidas em tubetes e aclimatadas**. Minas Gerais: UFLA, 1997. 64 p.

GASPARIN, E. **Aspectos fisiológicos, celulares e moleculares da dessecação e armazenamento de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**. 2016. 145 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Lavras, 2016.

HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIÁK, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 337-345, 2010.

IBGE–INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ed. Manuais Técnicos em Geociências, 1. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2012.

KRUPEK, R. A.; RIBEIRO, V. Biometria e germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze provenientes de um remanescente florestal do Município de Turvo (PR). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 12, n. 1, p. 73-89, 2010.

KORNDORFER, C. L. **Desenvolvimento inicial do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*) em respostas a diferentes profundidades de enraizamento**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KUHN, S. A. **Aspectos reprodutivos do Pinheiro Brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. KTZE - Araucariaceae**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LEMOS, A. C. C. **Variabilidade da fragilidade ambiental frente à intensificação agrícola no Alto e Médio Rio Canoas-SC**. 2018. 189 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

LITTELL, R. C. et al. **SAS for mixed models**. 2 nd. ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., p. 814, 2006.

LONGHI, R. V. et al. Growth dynamics of araucaria after management interventions in natural forest. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, 2018.

LOPES, J. L. W. et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 97-106, 2005.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, P.C.; REIS, M.S. dos. Reproductive phenology and seed production of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004.

MALINOVSKI, J. R. Métodos de poda radicular em *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. e seus efeitos sobre a qualidade de mudas em raiz nua. **Floresta**, v. 8, n. 1, 1977.

MARAN, J. C. et al. Análise de sobrevivência e germinação em plantios de *Araucaria angustifolia* derivado de mudas e sementes. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1349-1360, 2016.

MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. seeds. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 389-391, 2003.

PIRES, V. C. M. **Caracterização biométrica de pinhas e sementes de *Araucaria angustifolia***. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

SANTOS, C. B. dos et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (LF) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

TECHNES AGRÍCOLA LTDA. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.technes.com.br>>. Acesso em: 22 junho 2020.

YAMAMURA, K. Transformation using  $(x + 0.5)$  to stabilize the variance of populations. **Population Ecology**, v. 41, n. 3, p. 229-234, 1999.

YAMASAKI, S. **Respostas fisiológicas de plântulas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.** À baixa disponibilidade de água no solo. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Porto Alegre, 2000.

NERES, Y. X. da C. **Efeito da incorporação de hidrogel em diferentes substratos na rizogênese e qualidade de mudas clonais do híbrido *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*.** 2016. 33 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal), Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

WENDLING, I.; ZANETTE, F. Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios. **Embrapa Florestas - Livro científico (ALICE)**, 2017.

## APÊNDICE A. INFORMAÇÕES DO SUBSTRATO COMERCIAL UTILIZADO NO EXPERIMENTO

**Tabela A1.** Informações nutricionais do substrato Vivatto Slim Plus.

<b>Substrato</b>	<b>Informações do fabricante</b>
Vivatto Slim Plus®	O Vivatto Slim Plus® (Registro SP 0117910026-1 no MAPA), é composto por casca de pinus bioestabilizada, vermiculita e moinha de carvão, apresentando densidade de 260 kg m <sup>3</sup> em base seca, capacidade de retenção de água (CRA) de 200%, 1,5% de fertilizante e 0,20% de corretivo.

Fonte: Neres, 2016.

**APÊNDICE B. MUDAS COM ENOVELAMENTO RADICULAR**

**Figura B1.** Muda com evidências de enovelamento de raízes. Fonte: Autor.

### APÊNDICE C. PROBLEMAS OCORRIDOS DURANTE O CRESCIMENTO DAS MUDAS DE ARAUCÁRIA

Como as plantas estavam competindo por nutrientes e espaço nos sacos de dimensões 17 x 20 cm avaliado no dia 28/abril/2020, todas as plantas foram transferidas para sacos de polietileno transparentes de 24 x 20 cm, furados nas laterais e na base e plantadas em substrato Vivatto Pro Slim.

Depois de duas coletas dos dados, o experimento passou a receber aproximadamente cinco horas de sol por dia das 9:00 às 14:00 horas. No entanto, algumas mudas apresentavam murcha e amarelecimento das acículas (Imagem B2).



**Figura B2.** Mudas de araucária apresentando murcha e amarelecimento. Fonte: Autor.

Algumas plantas que apresentavam amarelecimento e/ou murcha, foram adubadas com uréia ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) 5g por planta, em seguida irrigadas com maior quantidade de água, as demais que não apresentavam problemas, estavam sendo irrigadas três vezes na semana (2 em 2 dias). Estas plantas que receberam adubação e depois irrigação, pode ter ocorrido excesso ocasionando toxidez na muda e a morte (Imagem B3).



**Figura B3.** Problemas ocorridos com as mudas adubadas com uréia ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ). Fonte: Autor.

**APÊNDICE D. MUDA DE ARAUCÁRIA SADIA COM SISTEMA RADICULAR BEM DESENVOLVIDO**



**Figura B4.** Muda de araucária com sistema radicular bem desenvolvido.

**APÊNDICE E. VALORES MÉDIOS DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS PARA A  
CIDADE DE ORLÂNDIA-SP**

**Tabela A2.** Valores médios das variáveis meteorológicas entre os períodos de 07/julho/2020 até 15/setembro/2020 para a cidade de Orlandia-SP.

Referência (Dias)	Temp. Média (°C)	Temp. Min. (°C)	Temp. Máx. (°C)	Prec. Ac. (mm)	UR Média (%)
0-7	20,94	16,80	27,01	0,00	49,10
7-14	20,33	15,13	26,49	0,00	51,32
14-21	20,81	15,60	26,84	0,00	44,76
21-28	20,21	15,04	26,61	0,00	49,23
28-35	19,41	14,04	26,10	0,00	40,30
35-42	22,98	18,67	29,27	0,00	40,52
42-49	18,54	13,50	25,11	5,60	61,36
49-56	21,83	15,27	28,93	0,00	35,26
56-63	24,26	18,81	30,70	0,00	31,76
63-70	26,61	21,23	32,71	0,00	22,48

Em que: Temp. Média = Temperatura média; Temp. Min = Temperatura mínima; Temp. Máx. = Temperatura máxima; Prec. Ac. = Precipitação acumulada; UR média = Umidade relativa média.

**APÊNDICE F. CORRELAÇÃO ENTRE OS INCREMENTOS DAS VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS COM AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS**

Durante o período de teste hídrico (07/julho/2020 até dia 15/setembro/2020) foi realizado a correlação entre os incrementos com as variáveis meteorológicas para cada tratamento (níveis hídricos) (Tabela A3).

**Tabela A3.** Correlação de Pearson entre os incrementos com as variáveis meteorológicas.

Variável	Tratamentos	Temp. Média (°C)	Prec. Ac. (mm)	UR Média (%)
I <sub>db</sub> (cm)	T1 - 100ml	-0,20	-0,10	0,21
	T2 - 200ml	-	-	-
	T3 - 300ml	-	-	-
	T4 - 400ml	-0,48	0,67	0,60
	Média Geral	-0,39	0,34	0,46
I <sub>h</sub> (cm)	T1 - 100ml	0,24	0,15	-0,24
	T2 - 200ml	0,00	0,15	-0,08
	T3 - 300ml	-0,45	0,36	0,54
	T4 - 400ml	0,02	0,48	0,16
	Média Geral	-0,04	0,36	0,10
I <sub>pc</sub> (%)	T1 - 100ml	0,19	0,21	-0,26
	T2 - 200ml	-0,05	0,22	-0,10
	T3 - 300ml	-0,48	0,39	0,45
	T4 - 400ml	-0,20	0,39	0,31
	Média Geral	-0,11	0,37	0,06
I <sub>rc</sub> (cm)	T1 - 100ml	-0,14	0,16	0,05
	T2 - 200ml	-0,03	-0,18	-0,06
	T3 - 300ml	-0,05	0,15	-0,01
	T4 - 400ml	-0,46	-0,09	0,54
	Média Geral	-0,19	0,01	0,14

Em que: Temp. = temperatura; Prec. Ac. = precipitação acumulada; UR = umidade relativa; - = não foi realizado a correlação em razão da estrutura dos dados.