

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE PINHAS E SEMENTES DE *Araucaria  
angustifolia***

**VICTÓRIA CAMPOS MONTEIRO PIRES**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP –  
Campus de Botucatu, como parte das  
exigências para obtenção do título de  
Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU-SP

Outubro – 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE PINHAS E SEMENTES DE *Araucaria  
angustifolia***

**VICTÓRIA CAMPOS MONTEIRO PIRES**

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

Co-orientador: Cristiano Bueno de Moraes

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP –  
Campus de Botucatu, como parte das  
exigências para obtenção do título de  
Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU-SP

Outubro– 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P667c Pires, Victória Campos Monteiro, 1985-  
Caracterização biométrica de pinhas e sementes de  
*Araucaria angustifolia* / Victória Campos Monteiro Pires.  
- Botucatu : [s.n.], 2016  
viii, 60 f. : fots. color., ils.color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2016  
Orientador: Edvaldo Aparecido Amaral da Silva  
Coorientador: Cristiano Bueno de Moraes  
Inclui bibliografia

1. Florestas - Sementes. 2. Germinação. 3. Pinheirodo-Paraná - Mudas. I. Silva, Edvaldo Aparecido Amaral da. II. Moraes, Cristiano Bueno de. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

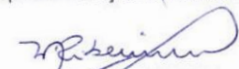
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA DE PINHAS E SEMENTES DE  
Araucaria angustifolia

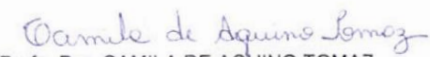
AUTORA: VICTÓRIA CAMPOS MONTEIRO PIRES

ORIENTADOR: EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA FLORESTAL,  
pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA  
Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

  
Profa. Dra. MAGALI RIBEIRO DA SILVA  
Dep de Ciência Florestal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

  
Profa. Dra. CAMILA DE AQUINO TOMAZ  
Depto. Agronomia e Agroecologia / Faculdade La Salle de Lucas do Rio Verde - MT

Botucatu, 15 de agosto de 2016

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e força durante o percurso.

À minha família: meus pais, Paulo e Heloisa (*in memoriam*), pela educação, ensinamentos e carinho; aos meus irmãos, Paulo e Ana, por estarem sempre ao meu lado com carinho, me apoiando nas decisões tomadas; aos meus tios Beto e Josina, por serem segundos pais, me acolherem e estarem sempre ao meu lado, a Yedda, por se tornar minha irmã mais nova e me ensinar a cada dia; a minhas tias Renata e Yolanda, por me darem força e apoio;

Ao Raoni pela compreensão, carinho, apoio, paciência e disponibilidade em todos os momentos necessários;

Ao Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva pela orientação, ensinamentos e atenção;

Ao Prof. Dr. Cristiano Bueno de Moraes pela orientação, ensinamentos, atenção e dedicação em mostrar os melhores caminhos a seguir;

Ao Prof. Dr. João Nakagawa pelos conselhos e atenção;

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudos para o desenvolvimento do trabalho;

À empresa PalmaSola S/A, em especial ao Gustavo e Lucas, pela oportunidade e assistência durante o desenvolvimento do projeto;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu (UNESP) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pela oportunidade oferecida;

Aos amigos do Laboratório de sementes e a Valéria Giandoni pela ajuda e disposição;

A todos os amigos estabelecidos durante essa jornada, em especial, Camila Aquino Tomaz, Daiani Ajala, Karina Ducatti, Leticia Moreno e Maria Rita Gilli, por estarem ao meu lado em todos os momentos, por me compreenderem, pelos ensinamentos e por toda a ajuda durante e após a condução do experimento;

Aos amigos formados em Botucatu: Ana Karolyne, Audrey Assis, Clarissa Lerois, Glaucia Santos, Larissa Bonassi e Thalita Martins pelo convívio e amizade nesses anos;

Aos amigos Alexandre Pessenda, Ivanka Oliveira, Taila Strabeli e Tayne Ferreti que sempre me apoiaram e estão ao meu lado;

E a todos que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	VI
LISTA DE TABELAS .....	VIII
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	3
1 INTRODUÇÃO .....	5
2 OBJETIVOS .....	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	9
3.1 <i>Araucaria angustifolia</i> .....	9
3.2 Biometria de pinhas e sementes .....	11
3.3 Germinação .....	12
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	15
4.1 Primeira Etapa: Seleção de matrizes, coleta dos dados morfológicos (altura e DAP) das matrizes e coleta de pinhas. ....	15
4.1.1 Local de coleta .....	15
4.1.2 Material experimental .....	16
4.2 Segunda Etapa: Caracterização biométrica das pinhas e sementes. ....	18
4.2.1 Caracterização biométrica das pinhas .....	18
4.2.2 Extração, beneficiamento e caracterização biométrica das sementes .....	19
4.3 Terceira Etapa: Avaliação das características físicas, da germinação e do desenvolvimento das plântulas .....	20
4.3.1 Caracterização física das sementes .....	20
4.3.2 Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas .....	21
4.3.3 Avaliação no desenvolvimento inicial de plântulas .....	23
4.4 Delineamento experimental e análises estatísticas dos dados .....	25
4.4.1 Caracterização biométrica de pinhas e sementes .....	25
4.4.2 Avaliação das características físicas, germinação das sementes e do desenvolvimento de plântulas .....	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27

5.1	Caracterização biométrica de pinhas e sementes .....	27
5.2	Avaliação de características físicas, da germinação das sementes e do desenvolvimento das plântulas .....	40
6	CONCLUSÕES .....	52
7	REFERÊNCIAS .....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e total mensal de precipitação pluvial da área com a população de <i>Araucaria angustifolia</i> durante o período de desenvolvimento e coleta das pinhas, de janeiro de 2013 a julho de 2015, Palma Sola/SC.....	16
Figura 2. Mapa com a localização das dez matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> no município de Palma Sola/SC .....	17
Figura 3. Biometria de pinhas de <i>Araucaria angustifolia</i> , de Palma Sola/SC. Comprimento da pinha (A). Largura da pinha (B). Massa fresca da pinha (C).....	18
Figura 4. Biometria de sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC. Espessura das sementes (A). Largura das sementes (B). Comprimento das sementes (C). Massa Fresca das sementes (D).....	19
Figura 5. Localização das bandejas semeadas com <i>Araucaria angustifolia</i> em casa de sombra, Botucatu/SP .....	22
Figura 6. Dados mensais de temperaturas médias (linha) e precipitação pluvial total (barras) de abril a dezembro de 2015 na Fazenda Lageado, Botucatu/SP .....	22
Figura 7. Biometria de plântulas de <i>Araucaria angustifolia</i> . Diâmetro do coleto (A). Comprimento da parte aérea (B). Comprimento da parte radicular (B).....	24
Figura 8. Plântula de <i>Araucaria angustifolia</i> separada em parte aérea, parte radicular e semente remanescente aos 150 dias após semeadura em bandeja.....	25
Figura 9. Distribuições de frequência relativa de largura (A), comprimento (B) e massa (C) das pinhas de 10 matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC.....	29
Figura 10. Dendrograma de similaridade com base na distância Euclidiana para características biométricas das pinhas de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC.....	31
Figura 11. Número médio de pinhões intactos por pinha de matriz de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC.....	34
Figura 12. Número médio de sementes vazias por pinha de matriz de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC.....	35
Figura 13. Número médio de escamas estéreis por pinha de matriz de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC .....	35

Figura 14. Distribuições de frequência relativa de largura (A), comprimento (B) e massa (C) das sementes de 10 matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC .....	37
Figura 15. Dendrograma de similaridade com base na distância Euclidiana para características biométricas das sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC .....	39
Figura 16. Teor de água das sementes das diferentes matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> . Palma Sola/SC .....	40
Figura 17. Massa de 100 sementes das diferentes matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> oriundas de Palma Sola/SC .....	41
Figura 18. Porcentagem de emergência de plântulas entre as diferentes matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> oriundas de uma população de Palma Sola/SC.....	43
Figura 19. Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) das diferentes matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> localizadas em Palma Sola/SC .....	44
Figura 20. Sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> após coloração em solução de 1% de tetrazólio .....	45
Figura 21. Diâmetro do coleto de plântulas de <i>Araucaria angustifolia</i> oriundas de diferentes matrizes, Palma Sola/SC.....	46
Figura 22. Comprimento parte aérea de plântulas de <i>Araucaria angustifolia</i> de diferentes matrizes, Palma Sola/SC .....	47
Figura 23. Comprimento radicular de plântulas de <i>Araucaria angustifolia</i> de diferentes matrizes localizadas em Palma Sola/SC .....	48
Figura 24. Porcentagem de massa seca da semente remanescente e da plântula nas matrizes de <i>Araucaria angustifolia</i> , Palma Sola/SC.....	50

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Altura total (m) e DAP das matrizes selecionadas de <i>Araucaria angustifolia</i> situadas em Palma Sola/SC .....	18
Tabela 2. Valores médios, mínimos e máximos de largura, comprimento e massa de pinhas de <i>Araucaria angustifolia</i> provenientes de 10 matrizes do município de Palma Sola/SC ..	27
Tabela 3. Valores médios de largura, comprimento e massa de pinhas de <i>Araucaria angustifolia</i> oriundos do município de Palma Sola/SC .....	31
Tabela 4. Número de pinhas, sementes intactas, sementes vazias e escamas estéreis coletadas por matriz de <i>Araucaria angustifolia</i> . Palma Sola/SC .....	32
Tabela 5. Valores médios, mínimos e máximos de sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> oriundos de 10 matrizes, Palma Sola/SC .....	36
Tabela 6. Valores médios de largura, espessura, comprimento e massa de sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> oriundos do município de Palma Sola/SC .....	39
Tabela 8. Massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das semente remanescente (MSS) de plântulas de <i>Araucaria angustifolia</i> em diferentes matrizes, Palma Sola/SC .....	49

## RESUMO

A *Araucaria angustifolia* é a única conífera do gênero *Araucaria* com ocorrência natural no Brasil. Pertencente ao bioma Mata Atlântica, ocorre na floresta Ombrófila Mista com características ecológicas, econômicas e culturais importantes para a região de ocorrência. O objetivo do presente estudo foi verificar a variação biométrica de pinhas e sementes e o desenvolvimento de plântulas de diferentes matrizes de uma população de *Araucaria angustifolia* no município de Palma Sola- SC. Foram determinadas a largura, comprimento e massa fresca das pinhas, além de contabilizados o número de sementes intactas, número de sementes vazias e número de escamas estéreis presentes em cada estróbilo avaliado. As sementes intactas tiveram mensuração da largura, espessura, comprimento e massa fresca. Avaliou-se o teor de água das sementes e a massa de cem sementes. Posteriormente, foi realizado o teste de emergência de plântulas em casa de sombra com semeadura em bandejas plásticas, com quatro repetições de 20 sementes por matriz, com avaliações da porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas. As plântulas passaram por avaliações de crescimento e massa seca. Houve predomínio de pinhas com largura entre 150 e 156 mm (25%), comprimento variando entre 146 e 150 mm (32,29%) e massa fresca entre 1757 e 2042 gramas (23,96%). A análise de agrupamento das características biométricas das pinhas mostrou a formação de nove grupos, com maior similaridade entre as matrizes 19, 6 e 3, seguidas pelas matrizes 4 e 18. As matrizes 4 e 41 apresentaram o maior número de pinhões viáveis, a matriz 41 também foi a que apresentou o menor número de sementes vazias, enquanto a matriz 35 apresentou a maior variação dos

dados para o número de escamas estéreis. As sementes tiveram maiores frequências entre os valores de 18 a 20 mm (37,59%) para largura, 15 a 17 mm (35,72%) para espessura, 53 a 57 mm (27,50%) para comprimento e 5 a 6 gramas (22,85%) para massa fresca. O dendrograma do índice de similaridade para as características biométricas das sementes também indicou a formação de nove grupos, com maior similaridade entre as matrizes 18 e 19, seguidas pelas matrizes 1 e 5, com a formação de um grupo isolado com baixa similaridade com as demais matrizes, formado pela matriz 4. A biometria das plântulas mostrou diferença significativa entre as matrizes. Para o diâmetro do coleto (DC), as matrizes 3 e 35 diferiram, sendo a 35 com o maior valor médio e a matriz 3 com o menor valor médio para a variável. Já o comprimento da parte aérea formou dois grupos que diferiram entre si em virtude de maiores valores médio (matrizes 1, 5, 18, 19 e 35) e menores valores médio (matrizes 3, 4, 6, 27 e 41). Enquanto que para o comprimento radicular as matrizes 4, 5, 6 e 35 diferiram da matriz 41, a qual apresentou o menor comprimento radicular. Também foi possível observar diferença significativa entre a biomassa seca das plântulas. A matriz 35 apresentou maior biomassa radicular, diferindo das matrizes 1, 3, 4, 18 e 19. A maior produção de massa seca da parte aérea foi obtida pela matriz 5 que diferiu significativamente das matrizes 1, 3, 4, 6, 18, 27 e 41. Foi observado diferenças para massa seca das sementes remanescentes entre as matrizes 1 e 27 com as matrizes 3 e 4. Concluiu-se que houve variação para as características biométricas entre as pinhas e sementes de *Araucaria angustifolia*, com diferença entre as matrizes no desenvolvimento das plântulas, onde as matrizes 1, 5 e 18 se destacaram positivamente para as características avaliadas entre as demais.

Palavras-chave: sementes florestais, pinheiro brasileiro, germinação, plântulas

**Characterization of biometric pine cones and seeds of *Araucaria angustifolia*.**  
Botucatu, 2016. 52 p.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas,  
Universidade Estadual Paulista.

Author: VICTÓRIA CAMPOS MONTEIRO PIRES

Adviser: EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA

### ABSTRACT

The *Araucaria angustifolia* is the only conifer of the genus with natural occurrence in Brazil, endangered and essential component of the Mixed Ombrophylous Forest, with ecological, economic and cultural importance. The objective of the present study was to verify the biometric variation of pine cones and seeds and seedling development of different matrices of a population of *Araucaria angustifolia* in the county Palma Sola, in the State of Santa Catarina-Brazil. Thus, it was assessed the width, length and fresh weight of the cones. In addition we measured the number of viable, empty and failure seeds at each strobilus collected. Following, the viable seeds were measured its width, thickness, length and fresh weight. We also evaluated the seedling emergency, percentage of emergence and speed of seedlings emergence index by sowing the seeds in plastic trays with four replicates of 20 seeds for each matrices. We also evaluated growth parameters and dry mass of the seedlings. There was a predominance of pine cones with width between 150 and 156 mm (25%), length between 146 and 150 mm (32.29%) and fresh weight between 1757 and 2042 grams (23.96%). Cluster Analysis of the biometric characteristics of the cones showed a formation of nine groups, with greater similarity between matrices 19, 6 and 3, followed by matrices 4 and 18. The matrices 4 and 41 had the greatest number of viable pine and the matrice 41 showed the lowest number of empty seeds, while matrice 35 presented a greater range of data for the number of sterile leaves. The seeds obtained major frequencies between the values 18-20 mm (37.59%) for width, 15-17 mm (35.72%) for thickness, 53-57 mm (27.50%) for length and 5 to 6 grams (22.85%) for fresh weight. The dendrogram of similarity index for biometric

characteristics of the seeds also showed a formation of nine groups, with greater similarity between like matrices 18 and 19, followed by the matrices 1 and 5, however the matrices 4 formed one isolated group with low similarity compared to other matrices. For the whole characteristics evaluated there was a significant difference between the matrices. Biometrics of the seedling also showed a significant difference between the matrices. The stem diameter of the matrices 3 and 35 differed, with 35 being the matrix with highest average value and the matrix 3 with the lowest average value. The length of aerial part formed two groups that differed from each other due to higher mean values (matrices 1, 5, 18, 19 and 35) and lower average values (matrices 3, 4, 6, 27 and 41). While for root length of the matrices 4, 5, 6 e 35 differed from matrix 41, which had the lowest root length. It was observed significant difference between the dry mass of seedlings. The matrix 35 showed higher root biomass, differing from matrices 1, 3, 4, 18 and 19. The matrix 5 showed the higher dry matter production of the aerial part which differed significantly from the matrices 1, 3, 4, 6 18, 27 and 41. The dry weight of the remaining seeds showed differences between the matrices 1 and 27 with the matrices 3 and 4. It was concluded that there was differences in the biometric parameters of the pine cones and seeds of *Araucaria angustifolia*, with the difference between the matrices in the development of the seedlings, where the matrices 1, 5 e 18 positively highlighted for the characteristics evaluated than the others.

Keywords: forest seeds, Brazilian pine, germination, seedlings

## 1 INTRODUÇÃO

A única conífera do gênero de ocorrência natural no Brasil, a *Araucária angustifolia* (Bertol.) Kuntze, é componente essencial da floresta Ombrófila Mista, conhecida no país como Floresta de Araucária. Pertencente ao Bioma Mata Atlântica, a espécie abrange áreas em parte do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de pequenos povoamentos encontrados em São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo (MANTOVANI, 2004).

A *Araucaria angustifolia*, também conhecida como pinheiro brasileiro tem grande porte e tronco reto, o qual pode atingir altura entre 10 e 35 metros com fuste com cerca de 20 metros. A sua madeira é considerada de alta qualidade devido a produção de resinas, alto poder calorífico e densidade moderada. Outro produto de destaque fornecido pela araucária é sua semente, denominada popularmente como pinhão, que possui até 8 centímetros de comprimento e 1 a 2,5 centímetros de largura, sendo rica em nutrientes (BRDE, 2005). O pinhão é caracterizado como fonte de carboidratos devido à alta presença de amido em sua composição (34%), com baixo conteúdo de proteína (3%) e lipídios (1,3%) (CORDENUNSI et al., 2004).

O pólen da araucária é considerado grande, com formato não sacular e baixa capacidade de flutuar no ar, atingindo o solo rapidamente. Estas características aliadas a densidade populacional das florestas de araucária fazem com que haja uma limitação do movimento do pólen entre e dentro das populações (BITTENCOURT e SEBBENN, 2007). A distância média de dispersão do pólen é de 100 metros o que demonstra a necessidade de coleta de sementes em árvores distantes pelo

menos 100 metros com o intuito de aumentar a variabilidade genética dos indivíduos amostrados (BITTENCOURT e SEBBENN, 2008).

Devido a suas características, a constante exploração dos seus produtos, a expansão da agricultura e o reflorestamento com espécies exóticas levaram a fragmentação das florestas de Araucária, o que compromete os processos de regeneração de suas populações (FONSECA et al., 2009; PALUDO, 2009). A exploração descontrolada da espécie levou a sua inclusão na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (IUCN, 2010).

A fragmentação, consequência da ação antrópica, divide contínuos florestais em pequenas manchas ou fragmentos isolados. O processo acarreta na diminuição da sustentabilidade dos contínuos florestais, devido ao aumento da endogamia, perda da variabilidade genética, redução do tamanho efetivo populacional, efeito de borda, entre outros, o que leva a quebra da dinâmica da reprodução, regeneração e amadurecimento da espécie, prejudicando os demais organismos associados (SHIMIZU et al., 2000). Planos de conservação e manejo de uma espécie e seus recursos genéticos são influenciados pelo conhecimento da estrutura genética e variabilidade genética de uma espécie, os quais são definidos como resultado da mutação, migração, seleção e fluxo gênico de populações, influenciados pelo seu sistema reprodutivo (BITTENCOURT, 2007).

Nota-se a necessidade de realizar estudos e pesquisas que permitam o conhecimento aprofundado da espécie e possibilite que novas técnicas de conservação e manejo sejam propostas. Um meio importante para obtenção dessas informações é a caracterização morfológica de frutos e sementes. O conhecimento da morfologia de frutos auxilia na identificação de espécies, na identificação de localizações geográficas e no entendimento da interação das espécies com a fauna (BARROSO et al., 1999).

Conhecer as características morfológicas de frutos e sementes também contribui no entendimento do processo germinativo, no vigor, viabilidade e métodos de propagação da espécie, possibilitando diferenciar as espécies e conhecer a forma de dispersão e estabelecimento de plântulas (MATHEUS e LOPES, 2007), o que proporciona o conhecimento do potencial de estabelecimento de uma população à determinado local, o qual segundo Piña Rodrigues et al. (1990) é influenciado pelo fluxo de propágulos da espécie. O tamanho dos frutos e sementes é um dos fatores que influenciam a dispersão dos propágulos, visto que essa característica está relacionada com

a quantidade de reserva armazenada nos tecidos, responsável por atrair o seu dispersor e promover o estabelecimento da plântula (PIÑA-RODRIGUES et al., 1990).

Além disso, o tamanho das sementes pode ser indicativo das condições do ambiente em que as árvores se encontram, pois a competição entre os indivíduos pode influenciar sua produção. Árvores mais espaçadas, com maior proporção de copa livre e mais expostas a luz, possuem condições mais favoráveis a produção das estruturas reprodutivas (DANIEL et al., 1986).

Dessa forma, enfatiza-se a necessidade de realizar mais estudos a respeito da espécie em questão, os quais possibilitem melhor entendimento da sua ecologia e reprodução, visando estratégias conservacionistas que diminuam a constante perda de recursos genéticos e permitam a regeneração dos seus povoamentos.

## 2 OBJETIVOS

Verificar a variação biométrica de pinhas e sementes e o desenvolvimento de plântulas de diferentes matrizes de uma população de *Araucaria angustifolia* no município de Palma Sola- SC.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 *Araucaria angustifolia*

As araucárias encontram-se quase exclusivamente no Hemisfério Sul, onde crescem em ambientes de floresta úmida com clima subtropical ou temperado úmido próximo ao nível do mar. A família Araucariaceae inclui atualmente três gêneros: *Wollemia* com uma espécie, *Agathis* Salisbury com 13 espécies e o gênero Jussieu. O gênero *Araucaria* de Jussieu possui dezenove espécies com grande amplitude geográfica e possui como único representante na América do Sul e no Brasil a *Araucaria angustifolia* (FONSECA et al., 2009).

A araucária faz parte da Floresta Ombrófila Mista, denominada também de Floresta com Araucária (FIGUEIREDO FILHO et al., 2011). Esta formação florestal se encontra no Planalto Meridional do país e pode formar tanto povoamentos puros quanto povoamentos mistos em conjunto com espécies folhosas, os quais em alguns momentos podem ser separados por pastagens (SANT'ANNA et al., 2013a).

Originalmente, as áreas com araucária possuíam cerca de 200.000 km<sup>2</sup> no Brasil, com predomínio principalmente no Estado do Paraná seguido pelos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Além disso, manchas esparsas de Floresta Ombrófila Mista estão presentes no Estado de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (MEDEIROS, 2005).

As florestas de araucária são consideradas fonte de produtos madeireiros e não madeireiros, os quais foram considerados de grande importância para o

crescimento econômico da região sul em meados do século XVI (SANTOS et al., 2002). Além de sua importância econômica devido à qualidade de sua madeira, a espécie detém também papel ecológico, pois a semente, devido ao seu elevado valor nutritivo, serve de alimento para diversos animais, como aves e mamíferos, principalmente por ser produzida em época de relativa escassez de outros alimentos (VIEIRA e LOB, 2009).

A *Araucaria angustifolia* possibilita importantes utilizações, desde a sua madeira de alta qualidade como também para artesanatos, uso medicinal, alimentação humana e animal (SILVA et al., 2015). Outra particularidade importante a respeito da espécie são os aspectos sociais e culturais envolvendo a população da região Sul do país, visto que o pinhão serve para o consumo humano e é responsável por gerar ganhos financeiros à famílias de baixa renda da região (BALBINOT et al., 2008).

O pinheiro brasileiro é uma espécie dioica, onde suas estruturas reprodutoras são estróbilos masculinos e femininos (CARVALHO, 2002). A estrutura reprodutiva masculina denominada de androstóbilo possui forma cilíndrica com cerca de 10 a 15 centímetros de comprimento e está localizada nos ramos jovens. Já a estrutura reprodutiva feminina (ginostrobilo) localiza-se no ápice dos ramos e detém formato subarredondado, o qual é formado por 10 a 150 sementes (MANTOVANI et al., 2004).

A espécie é polinizada principalmente pelo vento, entretanto a ave *Leptasthenura setaria*, conhecida como grimpeirinho, também atua como agente disseminadora do pólen durante a busca por alimento (CARVALHO, 2002). Classificada como secundária tardia, possui folhas coriáceas, glabras com cerca de 3 a 5 cm de comprimento.

O ciclo reprodutivo da araucária é longo e varia de 20 a 24 meses (MANTOVANI et al., 2004) e a produção de sementes se inicia em indivíduos isolados entre 10 a 15 anos, enquanto que em populações naturais a produção de pinhão ocorre após 15 a 20 anos (BRDE, 2005). Inicialmente, a produção de sementes é baixa e quando atinge uma alta produção as safras são cíclicas, ou seja, alta produção durante 2 ou 3 anos com posterior redução nos 2 ou 3 anos seguintes (MATTOS, 1994).

A dispersão das sementes é autocórica, principalmente barocórica, limitada a uma distância de 60 a 80 metros da árvore mãe devido ao peso da semente. Algumas aves e roedores também atuam como dispersores (CARVALHO, 2002).

A *Araucaria angustifolia* possui sementes que perdem rapidamente sua viabilidade, apresentando curta longevidade natural, comportamento de sementes

classificadas como recalcitrantes (EIRA et al., 1994). Ao atingir a maturidade, as sementes de Araucária apresentam alto teor de água, entretanto ao desligarem da planta-mãe desidratam, perdendo rapidamente o poder germinativo (FERREIRA, 1977). Devido a esse fator, a araucária perde totalmente a sua viabilidade em até 180 dias após a sua maturação fisiológica, dificultando a propagação da espécie (FOWLER et al., 1998). A germinação é do tipo hipógeo, onde o epicótilo cresce mais rápido que o hipocótilo que ao perfurar o solo leva as folhas primordiais junto com ele (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

### **3.2 Biometria de pinhas e sementes**

Com o aumento constante da exploração dos recursos naturais e vegetais que levam ao extrativismo predatório, torna-se essencial buscar informações que permitam a conservação de espécies importantes. A separação de sementes em classes de tamanho, a chamada biometria de sementes, possibilita o conhecimento de fatores de qualidade, germinação e vigor que possibilitam encontrar a classe ideal para a multiplicação das espécies vegetais (FRAZÃO et al., 1983). Por meio da biometria de frutos e sementes é possível obter conhecimento para aumentar o uso racional e eficaz desses produtos (GUSMÃO et al., 2006) e diferenciar espécies do mesmo gênero (CRUZ et al., 2001).

Outro aspecto que demonstra a importância da biometria de frutos e sementes é a possibilidade destas informações permitirem determinar a variabilidade genética da população e sua relação com o ambiente no qual a mesma está inserida (BARROS et. al, 2012b). Essas informações também fornecem subsídios para a geração de dados a respeito da ecologia da espécie, como a dispersão, os agentes dispersores envolvidos, fase da sucessão ecológica a qual se encontra, entre outras (MATHEUS e LOPES, 2007). Portanto, a caracterização das sementes permite um melhor entendimento da espécie, possibilitando também a obtenção de dados sobre armazenamento de sementes, sua viabilidade e os métodos considerados ideais para sua semeadura (KUNIYOSHI, 1983) e seus processos germinativos, o qual possibilita também o conhecimento de estratégias reprodutivas envolvendo a espécie (CRUZ e CARVALHO, 2002).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) o tamanho da semente interfere no vigor da planta. Geralmente, sementes maiores produzem plântulas mais

vigorosas, influenciando no peso da plântula e também na quantidade de reserva disponibilizada para o eixo embrionário. Já as sementes pequenas tem inicialmente um desenvolvimento menor, porém com o passar do tempo essa diferença diminui e a planta se recupera. Em algumas condições as sementes maiores podem ter piores desempenhos quando comparado as sementes de menor tamanho, em virtude de condições ambientais não favoráveis a sua qualidade ou devido a danos mecânicos.

Para Popinigis (1985) o tamanho das sementes pode ser indicativo da qualidade fisiológica das mesmas, sendo que sementes pequenas apresentam menor emergência de plântulas e vigor quando comparadas com as sementes maiores.

Silva et al., (2012) estudando a caracterização biométrica de duas espécies do gênero *Hymenaea* enfatizaram a importância da avaliação dos parâmetros biométricos na diferenciação de espécies, visto que foi possível diferenciar a espécie *Hymenaea intermedia* Ducke facilmente de outras espécies pelos parâmetros biométricos do fruto, já a *Hymenaea martiana* Hayne teve maior eficiência por meio dos parâmetros biométrico das sementes.

Krupek e Ribeiro (2010) estudaram a biometria e germinação de sementes de Araucária provenientes de uma população natural encontrada em Turvo, no estado do Paraná. No trabalho, os autores encontraram ampla variação nas características biométricas tanto das pinhas como das sementes, além de correlação entre essas características. Houve a germinação de 60,9% das 120 sementes colocadas para germinar, valor considerado alto pelos mesmos. Enfatizando a importância dessas informações no desenvolvimento de técnicas e programas de conservação e manejo da Araucária, como também a necessidade de mais estudos a respeito da espécie.

### **3.3 Germinação**

Durante o desenvolvimento de frutos e sementes há o crescimento e diferenciação de tecidos do embrião e tecidos envoltórios, com isso a germinação pode ser conceituada como a retomada do desenvolvimento do eixo embrionário (LIMA E BORGES e TOOROP, 2015). A retomada do crescimento do eixo embrionário é ocasionada pelo início das atividades metabólicas após a absorção de água pela semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Segundo Marcos Filho (2005) apesar de muitos concordarem que o início da germinação se dá a partir da entrada de água pela semente, a chamada embebição, a conceituação do processo germinativo é diverso. Para Labouriau (1983), a germinação está relacionada ao crescimento do embrião, o qual romperá o envoltório da semente e se desenvolverá até que a planta consiga manter-se sozinha. Enquanto que para Bewley et al., (2013) a germinação se inicia com a embebição e termina com a emergência do eixo embrionário, geralmente a radícula, por meio das estruturas que a rodeiam.

A partir da embebição o metabolismo é iniciado a fim de permitir a recuperação de danos causados pela secagem e oxidação durante a maturação. Atividades basais são estabelecidas e em algumas espécies a dormência é “aliviada”, preparando o embrião para emergência e posterior crescimento da plântula (BEWLEY et al., (2012). A absorção de água por meio da embebição segue um padrão trifásico conforme descrição de Bewley e Black (1978).

A fase I caracteriza-se pela rápida transferência de água para as sementes, devido à grande diferença de potencial hídrico (MARCOS FILHO, 2005). Ainda, ocorre um aumento da atividade respiratória, a qual resulta na produção de energia necessária para o início da degradação das substâncias de reserva, como carboidratos, lipídios e proteínas, utilizados para nutrição durante o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Já durante a fase II o conteúdo de água das sementes se mantém constante e há um aumento das atividades metabólicas com a transcrição de novos genes (BEWLEY et al., 2013), o que leva ao lento aumento da taxa respiratória da semente e torna esta fase mais longa quando comparada a fase I (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Enquanto que a retomada do crescimento do embrião a partir da protrusão da raiz primária marca a fase III (MARCOS FILHO, 2005).

O processo germinativo inicia-se a partir da expressão gênica e ativação das atividades enzimáticas, responsáveis pela mobilização de reservas e enfraquecimento da parede celular, o que permitirá à expansão celular e pôr fim a protrusão da radícula (BORGES e TOOROP, 2015).

O teste de germinação é fundamental para a avaliação da qualidade das sementes produzidas e muitos procedimentos a respeito destes testes para as espécies florestais do Brasil têm sido discutido (FIGLIOLIA, 2015). Entretanto, muitas das espécies ainda não possuem prescrições e recomendações oficiais nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). A *Araucaria angustifolia* se encontra na lista de

instruções para realização do teste de germinação em laboratório por meio da recomendação adicional para realização do teste de tetrazólio (BRASIL, 2009). A germinação da *Araucaria angustifolia* é considerada lenta e desuniforme, o que propicia o ataque de patógenos (SOUZA e CARDOSO, 2003).

Durante a germinação das sementes uma série de eventos fisiológicos é influenciada por fatores bióticos e abióticos (OLIVEIRA-BENTO, 2012). Como fatores bióticos pode-se citar competição, alelopatia e ataque por patógenos. E entre os fatores abióticos tem-se temperatura, água, luminosidade, salinidade, gases e pH (GUALTIERI e FANTI, 2015).

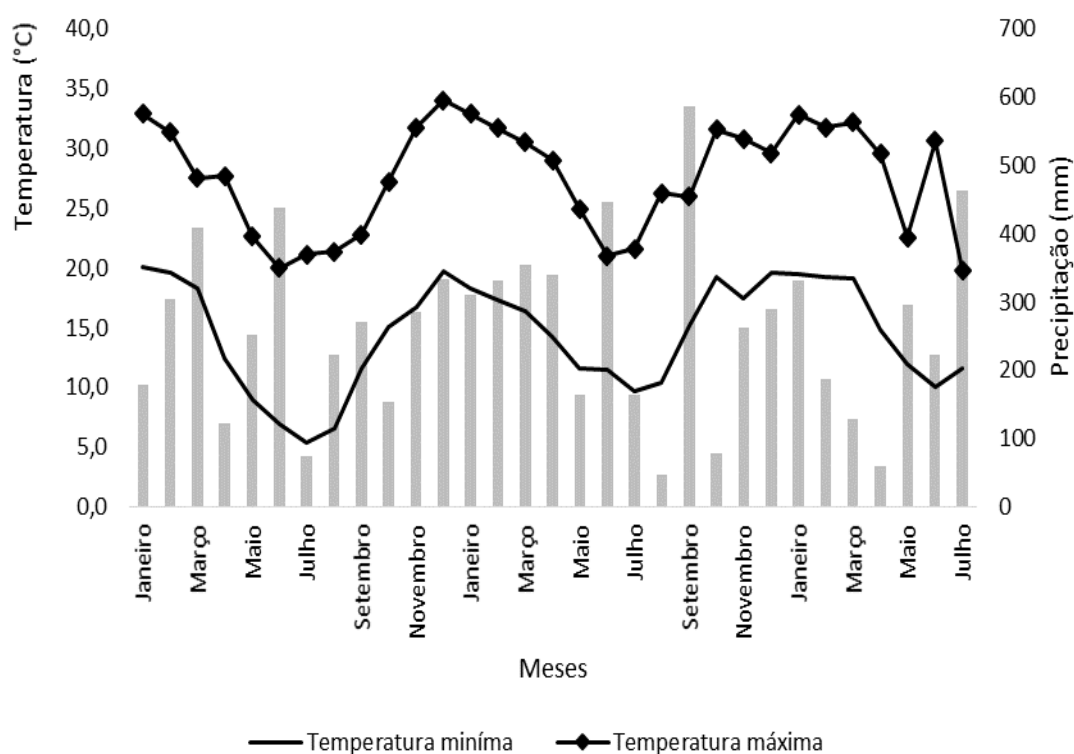
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi constituído por três etapas distintas, conforme descrição a seguir:

**4.1 Primeira Etapa:** Seleção de matrizes, coleta dos dados morfológicos (altura e DAP) das matrizes e coleta de pinhas.

### 4.1.1 Local de coleta

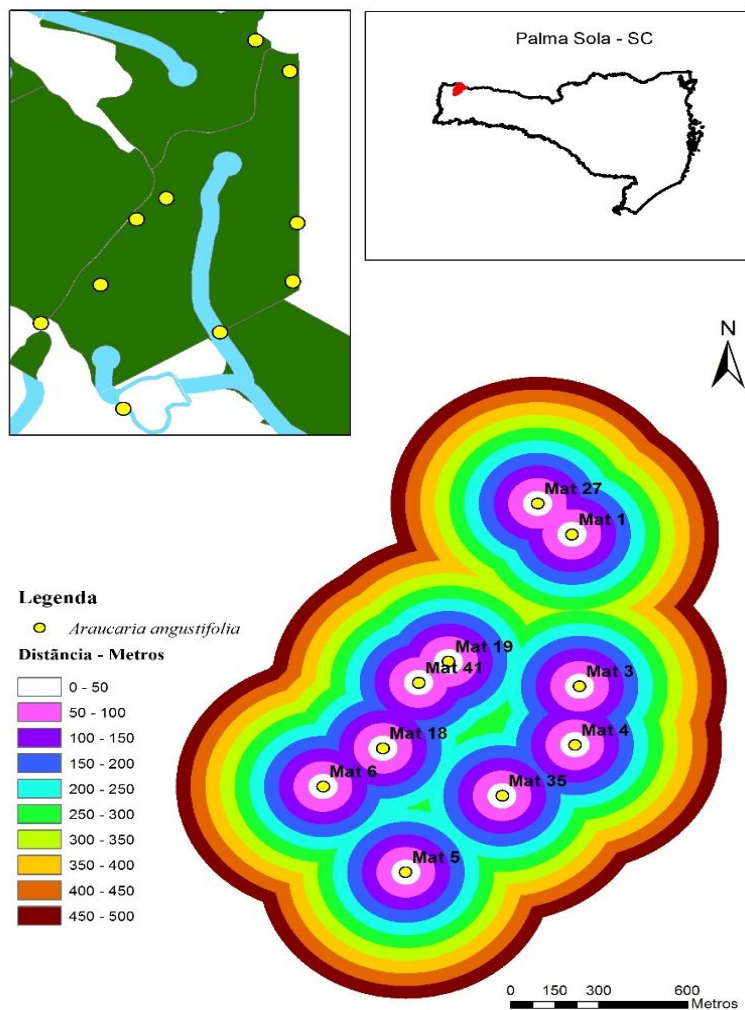
A coleta das pinhas foi realizada em uma população de *Araucaria angustifolia* de propriedade da empresa Palmasola S/A. O fragmento florestal possui cerca de 163,41 hectares e localiza-se no Município de Palma Sola, Santa Catarina (latitude 26°20' S, longitude 53°16' W e altitude aproximada de 870 metros). O clima do local é caracterizado como mesotérmico úmido segundo a classificação de Koppen, com verões quentes e invernos rigorosos. Com temperatura média anual de 17,4 °C e pluviosidade média de 2200 mm. O solo do local é classificado como Latossolo Bruno Distrófico de textura argilosa (PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMA SOLA, 2014). Os dados climáticos da população de *Araucaria angustifolia* durante a formação de pinhas nos anos de 2013, 2014 e 2015 foram obtidos da empresa Palmasola S/A (Figura 1). A área de coleta das pinhas tem reduzido histórico de exploração, sendo que a empresa realizava a retirada seletiva de indivíduos para fornecimento de madeira. A exploração aconteceu há aproximadamente 15 anos, antes da alteração da legislação, com a seleção das árvores que seriam exploradas tendo como referência o tamanho (altura e DAP) e a facilidade de acesso.



**Figura 1.** Médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e total mensal de precipitação pluvial da área com a população de *Araucaria angustifolia* durante o período de desenvolvimento e coleta das pinhas, de janeiro de 2013 a julho de 2015, Palma Sola/SC

#### 4.1.2 Material experimental

O início do trabalho ocorreu a partir da identificação e marcação das matrizes de *Araucaria angustifolia*. As matrizes selecionadas totalizaram 10 árvores, as quais estavam distanciadas entre si cerca de 100 metros, de forma a obter-se indivíduos geneticamente distintos. A seleção das matrizes foi baseada na produtividade das mesmas, de acordo com o conhecimento dos funcionários da empresa. Além disso, as matrizes selecionadas foram georreferenciadas e tiveram suas posições identificadas com o auxílio de um GPS. A Figura 2 apresenta o mapa de localização das matrizes.



**Figura 2.** Mapa com a localização das dez matrizes de *Araucaria angustifolia* no município de Palma Sola/SC

A coleta das pinhas ocorreu no momento em que estavam visivelmente maduras, sendo identificadas pela coloração castanha (ANSELMINI, 2005). Em seguida, as mesmas foram colocadas em sacos de polietileno identificados e transportadas até a área de pesquisa da empresa Palmasola S/A. A coleta das sementes foi realizada em Abril de 2015.

As características morfológicas das matrizes, altura total (metros) e diâmetro a altura do peito (DAP) (centímetros), foram coletadas respectivamente com o auxílio de um clinômetro e uma suta graduada (Tabela 1).

**Tabela 1.** Altura total (m) e DAP das matrizes selecionadas de *Araucaria angustifolia* situadas em Palma Sola/SC

Matriz	Altura (m)	DAP (cm)
1	24	74,80
3	24	62,71
4	26,4	72,58
5	18,4	52,84
6	21,5	69,71
18	17,5	51,25
19	25,4	56,98
27	12,4	88,17
35	14,1	50,93
41	21,1	74,17

#### 4.2 Segunda Etapa: Caracterização biométrica das pinhas e sementes.

Esta etapa do trabalho foi realizada nas dependências da empresa Palmasola S/A.

##### 4.2.1 Caracterização biométrica das pinhas

Avaliaram-se as pinhas de cada árvore matriz, de acordo com as características: comprimento, largura e massa fresca (Figura 3).

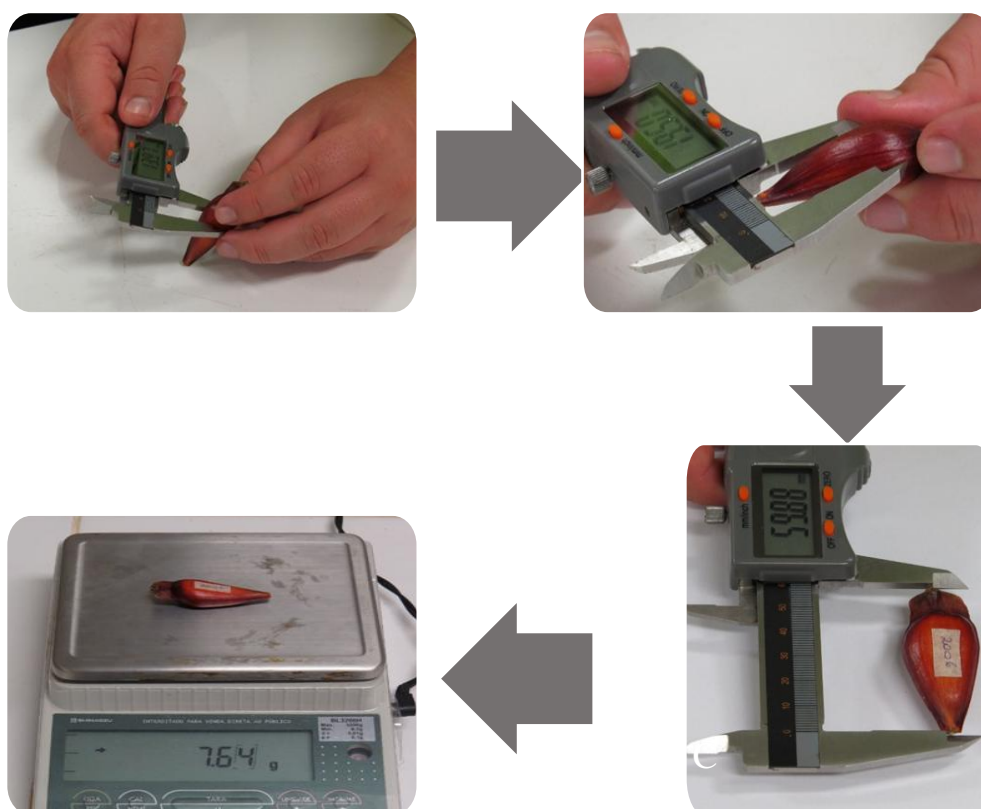


**Figura 3.** Biometria de pinhas de *Araucaria angustifolia*, de Palma Sola/SC. Comprimento da pinha (A). Largura da pinha (B). Massa fresca da pinha (C)

As características comprimento e largura foram mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm), enquanto que a massa fresca foi determinada em balança digital de precisão (0,01g).

#### 4.2.2 Extração, beneficiamento e caracterização biométrica das sementes

A extração e beneficiamento das sementes foram realizadas manualmente, devido às características das pinhas e sementes de *Araucaria angustifolia* (NOGUEIRA e MEDEIROS, 2007). Após o beneficiamento das sementes houve a contagem das mesmas, seguindo a classificação: sementes intactas (pinhões), sementes atacadas por insetos, sementes vazias (escamas não fecundadas) e falhas (escamas estéreis).



**Figura 4.** Biometria de sementes de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC. Espessura das sementes (A). Largura das sementes (B). Comprimento das sementes (C). Massa Fresca das sementes (D)

A caracterização biométrica das sementes ocorreu nas sementes classificadas como intactas, por meio da mensuração das características: comprimento,

largura, espessura e massa fresca das sementes. As dimensões (comprimento, largura e a espessura) foram obtidos por meio de paquímetro digital (0,01mm), e a massa fresca foi medida em balança digital (0,01g) (Figura 4).

Antes da medição das características biométricas as sementes foram marcadas e identificadas, a fim de conhecer a procedência destas, durante o teste de germinação e emergência de plântulas.

**4.3 Terceira Etapa:** Avaliação das características físicas, da germinação e do desenvolvimento das plântulas

#### **4.3.1 Caracterização física das sementes**

##### **4.3.1.1 Massa de 100 sementes**

Utilizando as prescrições estabelecidas pela Regra de análise de sementes (BRASIL, 2009) determinou-se a massa de 100 sementes por planta, por meio da obtenção de 4 sub-amostras de 100 sementes retiradas ao acaso da porção de sementes intactas. Devido ao número reduzido de sementes de duas matrizes utilizou-se duas amostras de 100 sementes retiradas ao acaso da porção de sementes viáveis. As massas foram obtidas com o auxílio de uma balança de precisão (0,001g).

##### **4.3.1.2 Determinação do teor de água das sementes**

O teor de água das sementes foi obtido a partir das sementes inteiras, cortadas longitudinalmente e a seguir duas vezes transversalmente, conforme metodologia de Ramos e Banchietti, (1990). Dessa forma, foi utilizada duas repetições de cinco sementes, as quais foram colocadas em estufas com temperatura de  $103 \pm 2$  ° C durante 17 horas. Em seguida, os recipientes foram colocados para esfriar em dessecador. Tanto ao início quanto ao fim do procedimento foram obtidas as massas das amostras, com o auxílio de uma balança analítica de precisão (0,001g). O teor de água foi calculado por meio da seguinte equação, (BRASIL, 2009).

$$TA\% = 100x \frac{(Pi - Po)}{Pi}$$

Onde:

TA= porcentagem de teor de água

Pi= massa do material úmido

Po= massa do material seco

### **4.3.2 Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas**

#### **4.3.2.1 Desinfestação das sementes**

As sementes amostradas para o teste de emergência foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 2% (v/v) durante três minutos (GARCIA et al., 2014), sendo em seguida lavadas em água corrente e secas superficialmente, no laboratório.

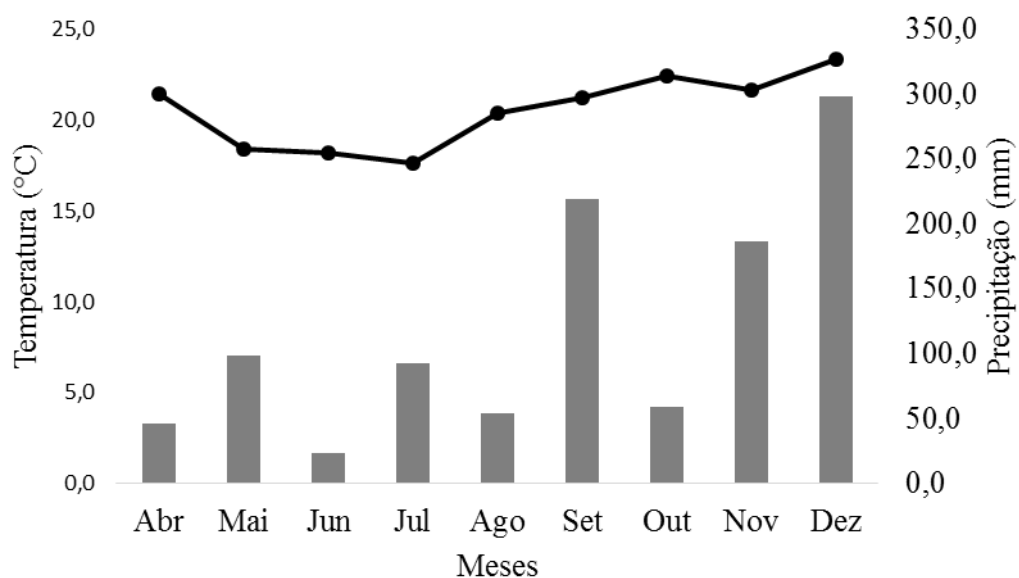
#### **4.3.2.2 Teste de emergência de plântulas**

O experimento foi instalado em casa de sombra com capacidade de retenção de 50% de intensidade luminosa (tela de sombreamento), utilizando 10 tratamentos (matrizes) com 4 repetições de 20 sementes. As sementes foram semeadas em Maio de 2015 e a semeadura foi realizada em bandejas plásticas de 37 x 23 x 7 cm, contendo substrato comercial composto por casca de arroz, vermiculita, casca de pinus e fibra de coco. As bandejas foram identificadas e permaneceram na casa de sombra por um período de 150 dias, onde foi realizado irrigações a cada meia hora por um período de trinta segundos (Figura 5). As avaliações de emergência das plântulas foram realizadas diariamente.



**Figura 5.** Localização das bandejas semeadas com *Araucaria angustifolia* em casa de sombra, Botucatu/SP

A Figura 6 apresenta os dados de temperatura média mensal e de precipitação pluvial total mensal registrados na Estação Experimental da Fazenda Lageado durante o período de Abril a Dezembro de 2015.



**Figura 6.** Dados mensais de temperaturas médias (linha) e precipitação pluvial total (barras) de abril a dezembro de 2015 na Fazenda Lageado, Botucatu/SP

As características avaliadas são descritas a seguir:

- Emergência das plântulas: foi correspondente as plântulas com hipocótilo com no mínimo 0,5 cm acima da superfície do substrato, sendo os resultados expressos em porcentagem.

- Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE): foi baseado na contagem diária do número de plântulas emersas quantificadas no período de emergência até o 150º dia, de acordo com a equação de Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Onde:

$E_1, E_2, E_n$ = número de plântulas emergidas determinadas na primeira, segunda, ... e última contagem.

$N_1, N_2, N_n$ = número de dias da semente à primeira, à segunda,... e última contagem.

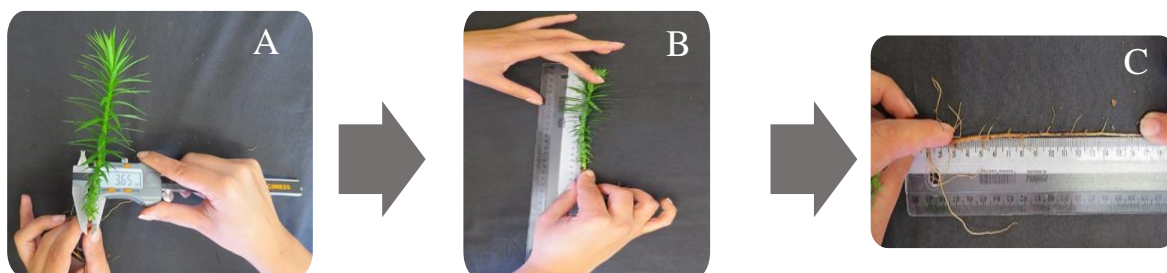
#### 4.3.2.3. Teste de tetrazólio

Após a permanência em casa de sombra por 150 dias, realizou-se o teste de tetrazólio nas sementes que não germinaram, a fim de verificar a viabilidade das mesmas após o experimento. A avaliação iniciou-se com o corte longitudinal da metade da semente com o intuito de expor seu embrião e endosperma, seguido da imersão em solução de tetrazólio a 1% por 24 horas em temperatura de 30°C, conforme especificações da RAS. Foram consideradas sementes viáveis as sementes que apresentaram até pequenas necroses em superfícies, porém sem contato com a cavidade do embrião (BRASIL, 2009).

### 4.3.3 Avaliação no desenvolvimento inicial de plântulas

#### 4.3.3.1 Biometria das plântulas

A avaliação das plântulas dos diferentes tratamentos foi realizada por meio da análise do comprimento da parte aérea, comprimento da raiz principal e diâmetro do coleto, conforme pode ser observado na Figura 7. O comprimento da parte aérea e o comprimento da raiz principal foram mensurados com uma régua graduada, onde os resultados encontrados foram expressos em centímetros. Já o diâmetro do coleto foi mensurado com um paquímetro digital (0,01 mm) na região de intercessão entre raiz principal e hipocótilo.



**Figura 7.** Biometria de plântulas de *Araucaria angustifolia*. Diâmetro do coleto (A). Comprimento da parte aérea (B). Comprimento da parte radicular (B)

#### 4.3.3.2 Massa seca das plântulas

Com o auxílio de uma tesoura, as plântulas foram cortadas em três partes: parte aérea (hipocótilo, epicótilo e folhas primordiais), raiz principal e remanescente da semente na plântula (Figura 8). Posteriormente, foram colocadas em saco de papel Kraft identificado e permaneceram em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 48 horas. Após esfriarem em dessecadores foram pesadas em balança analítica de precisão (0,001g), resultando em valores de massa seca das partes analisadas.



**Figura 8.** Plântula de *Araucaria angustifolia* separada em parte aérea, parte radicular e semente remanescente aos 150 dias após semeadura em bandeja.

#### **4.4 Delineamento experimental e análises estatísticas dos dados**

##### **4.4.1 Caracterização biométrica de pinhas e sementes**

- Delineamento experimental

A seleção das árvores matrizes (n=10) foi realizada em função da produtividade desses indivíduos com base no conhecimento dos profissionais da empresa Palmasola S/A, caracterizando esta etapa como um experimento exploratório. A seleção das pinhas coletadas foi conforme descrição no item 4.1.2.

- Análise estatística dos dados

A avaliação dos dados foi realizada por meio da estatística descritiva, com análise da distribuição de frequência, média aritmética, valores máximos e mínimos, moda, desvio padrão e coeficiente de variação determinados pelo programa Excel 2010.

Foi realizada a avaliação da similaridade das características biométricas de pinhas e sementes, utilizando o método da distância Euclidiana, medida matemática padrão de distância, e o método “Single linkage method” que define a distância entre dois cluster em função da distância entre cada item avaliado. Esta análise foi representada por dendogramas por meio do software Minitab 16.

Os dados de número de pinhões, número de pinhões vazios e número de falhas, foram representados por gráficos boxplot utilizando o software Minitab 16.

#### **4.4.2 Avaliação das características físicas, germinação das sementes e do desenvolvimento de plântulas.**

- Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 10 matrizes (tratamentos) e quatro repetições de 20 sementes por parcela.

- Análise estatística dos dados

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade, Shapiro Wilk, e homogeneidade de variância conforme o teste de Levene. As variáveis que atenderam aos pressupostos da análise, foram submetidas a análise de variância, sendo complementando pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico Minitab 16.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização biométrica de pinhas e sementes

Das sementes coletadas, 5698 (5,96%) foram classificadas como sementes intactas, 79 (0,08%) estavam atacadas por insetos, 8434 (8,83%) eram escamas não fecundadas (sementes vazias) e 81329 (85,12%) eram as chamadas falhas (escamas estéreis). A média da largura das pinhas foi de 139,92 mm, seguido pelo comprimento de 162,48 mm e a massa fresca de 1868,58 g (Tabela 2).

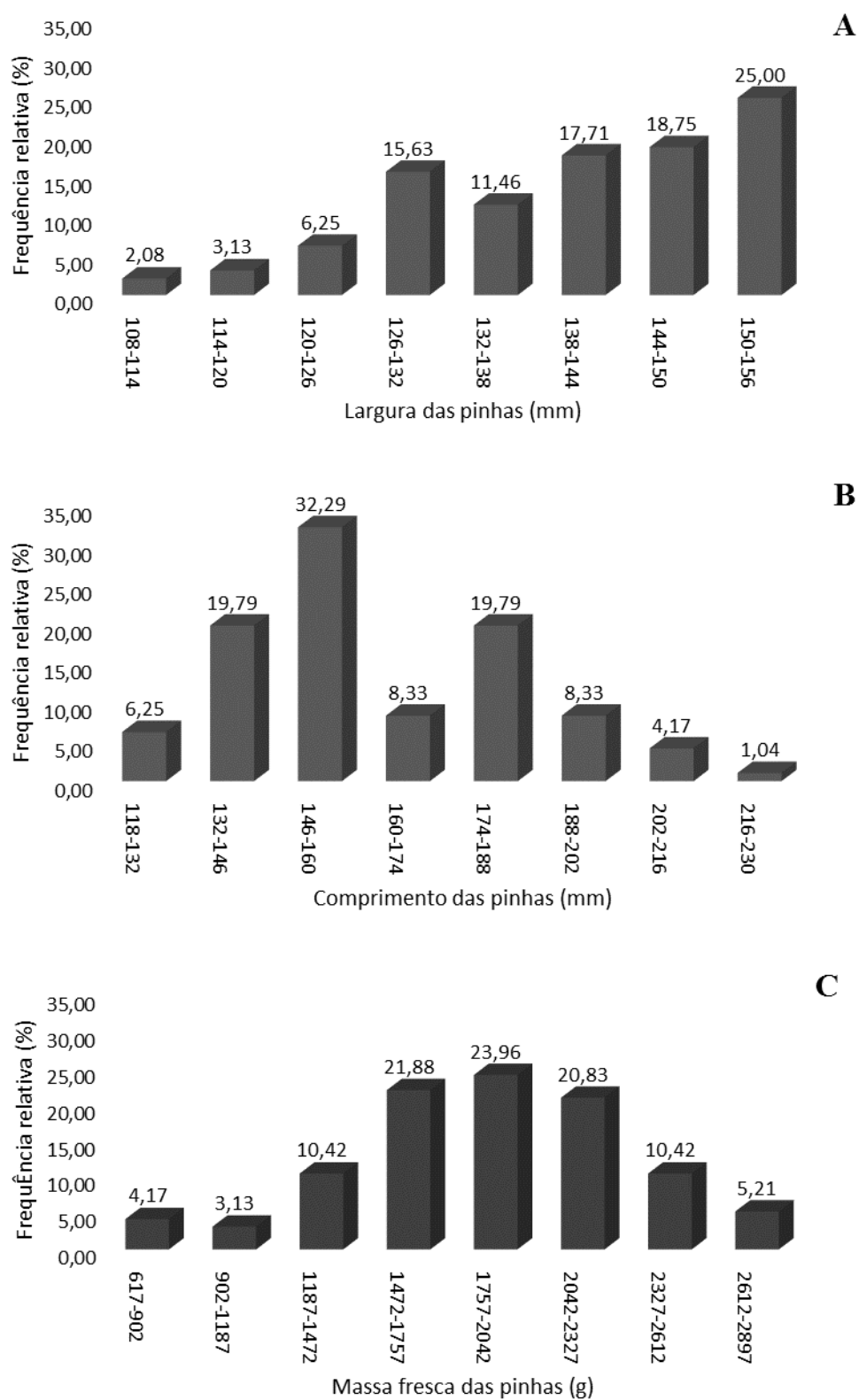
**Tabela 2.** Valores médios, mínimos e máximos de largura, comprimento e massa de pinhas de *Araucaria angustifolia* provenientes de 10 matrizes do município de Palma Sola/SC

Pinhas					
Características	Média <sup>1</sup>	Mínimo	Máximo	Moda	CV (%)
Largura (mm)	139,92 ( $\pm 11,51$ )	108,71	154,73	130,79	8,23141
Comprimento (mm)	162,48 ( $\pm 22,67$ )	118,93	225,42	154,17	13,9537
Massa (g)	1868,58 ( $\pm 456,20$ )	617,44	2766,95	#N/D	24,4143

<sup>1</sup> Valores representam média ( $\pm$  desvio-padrão). Coeficiente de variação (CV).

A variável largura das pinhas apresentou um valor de moda bimodal, enquanto que o comprimento das pinhas apresentou um valor de moda trimodal. Já a variável massa fresca das pinhas não apresentou valores repetidos, característica denominada como amodal (Tabela 2). Dessa forma, tanto o valor de desvio padrão quanto o valor do coeficiente de variação da massa fresca das pinhas foi superior as demais características analisadas, as quais obtiveram uma maior homogeneidade dos dados.

As distribuições de frequência para a biometria das pinhas podem ser visualizadas na Figura 9. Houve um predomínio de pinhas com largura entre 150 e 156 mm (25%), com uma queda na frequência das classes de menor tamanho. Já o comprimento das pinhas apresentou maior frequência nas classes entre 146 e 160 mm (32,29%), enquanto que a massa fresca teve uma queda gradativa na frequência dos valores extremos, tanto maiores quanto menores, com predomínio das pinhas entre as classes de 1.757 e 2.042 gramas (23,96%).



**Figura 9.** Distribuições de frequência relativa de largura (A), comprimento (B) e massa (C) das pinhas de 10 matrizes de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

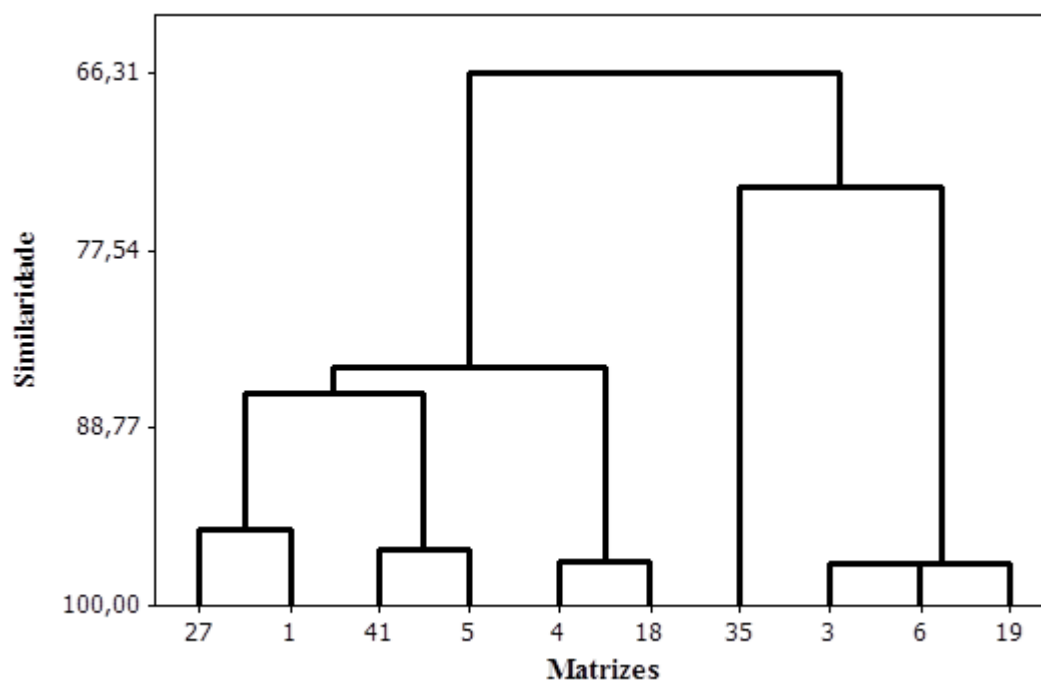
Segundo Embrapa (2002), as pinhas de *Araucaria angustifolia* possuem diâmetro entre 10 a 25 cm e até 4.700 gramas de massa. Krupek e Ribeiro (2010), avaliando matrizes de *Araucaria angustifolia* provenientes de um remanescente florestal do município de Turvo no estado do Paraná, encontraram baixa variação nas características biométricas das pinhas, com valores entre 12,3 a 15,3 cm de comprimento, 12,6 a 14,6 cm de largura e massa entre 0,870 a 1,450 gramas. Os valores encontrados neste trabalho possuem maior variação quando comparados aos encontrados por Krupek e Ribeiro (2010), apresentando-se entre a faixa de valores citadas pela Embrapa (2002).

Figueiredo Filho et al., (2011) observaram em uma floresta de Araucária em Irati no Paraná pinhas com peso de 0,718 a 3,900 gramas e diâmetro variando de 11,1 a 19,2 cm. Assim, as pinhas avaliadas pelos autores apresentavam maior variação do que o presente trabalho.

Anselmini (2005) ao medir pinhas de indivíduos oriundos do município de Curitiba no Paraná subdividiu as mesmas em função da sua localização na planta (galhos primários e galhos secundários) e encontrou largura média de 12,8 cm para as pinhas dos ramos primários e 10,4 cm para as pinhas de ramos secundários, além de variação de 13,1 a 17,9 cm de comprimento para as pinhas de ramos primários e 9,30 a 11,0 cm de comprimento para as pinhas de ramos secundários. Sendo os valores de largura e comprimento encontrados nesse trabalho similares aos valores observados pela autora nas pinhas de ramos primários.

Por meio da análise de agrupamento das características biométricas das pinhas pode-se observar a formação de nove grupos (Figura 10). As matrizes com maior similaridade (97,37%) foram as 3, 6 e 19 as quais apresentaram menores valores médios para largura, comprimento e massa fresca (Tabela 3).

As matrizes 4 e 18 também apresentaram alta similaridade (97,26%) devido aos altos valores médios para as características biométricas avaliadas, seguida das matrizes 41 e 5 (96,51%) com valores médios intermediários e das matrizes 27 e 1 (95,08%) também com valores intermediários para as características analisadas.



**Figura 10.** Dendrograma de similaridade com base na distância Euclidiana para características biométricas das pinhas de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

**Tabela 3.** Valores médios de largura, comprimento e massa de pinhas de *Araucaria angustifolia* oriundos do município de Palma Sola/SC

Matriz	Pinha		
	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Massa (g)
M1	147,90 ( $\pm$ 5,01)	163,79 ( $\pm$ 13,21)	1893,70 ( $\pm$ 213,5)
M3	127,70( $\pm$ 5,09)	150,38 ( $\pm$ 11,24)	1696,00 ( $\pm$ 213,5)
M4	149,20( $\pm$ 5,29)	174,17 ( $\pm$ 21,51)	2104,30 ( $\pm$ 282,4)
M5	137,60 ( $\pm$ 13,49)	175,00 ( $\pm$ 31,2)	2007,00 ( $\pm$ 712,0)
M6	130,80 ( $\pm$ 6,42)	159,44 ( $\pm$ 22,62)	1707,10 ( $\pm$ 264,5)
M18	150,40 ( $\pm$ 4,69)	169,68 ( $\pm$ 25,49)	2090,00 ( $\pm$ 373,0)
M19	144,00 ( $\pm$ 7,89)	153,14 ( $\pm$ 13,01)	1705,00 ( $\pm$ 388,0)
M27	140,60 ( $\pm$ 9,04)	171,90 ( $\pm$ 28,16)	1919,00 ( $\pm$ 568,0)
M35	133,10 ( $\pm$ 19,48)	141,62 ( $\pm$ 14,12)	1549,00 ( $\pm$ 707,0)
M41	138,10 ( $\pm$ 8,72)	161,63 ( $\pm$ 21,57)	1993,00 ( $\pm$ 453,0)

<sup>1</sup> Valores representam média ( $\pm$  desvio-padrão).

As pinhas coletadas apresentavam-se no mesmo estágio de maturação, de forma que esse número foi variável para cada árvore matriz, conforme pode ser observado na Tabela 4. As pinhas são compostas por sementes, escamas não fertilizadas (sementes vazias), escamas estéreis (falhas) e um eixo central (MANTOVANI et al., 2004). As pinhas maduras pode ser composta de 700 a 1200 escamas, com número variável de sementes entre 5 até 150 sementes (SOUZA e HATTEMER, 2003).

O peso das sementes intactas em relação ao peso total da pinha varia de 22,6% a 41,8% (FIGUEIREDO FILHO et al, 2011; MANTOVANI et. al., 2004), o que faz com que o peso da pinha não seja um parâmetro adequado para estimar a produção de pinhões (DANNER et al., 2012).

**Tabela 4.** Número de pinhas, sementes intactas, sementes vazias e escamas estéreis coletadas por matriz de *Araucaria angustifolia*. Palma Sola/SC

Matriz	Nº Pinhas	Nº Sementes intactas	Nº Sementes vazias	Nº Escamas estéreis
1	12	625	968	10124
3	10	441	1129	9044
4	9	1054	514	7347
5	8	503	584	7439
6	10	468	1132	9794
18	8	295	1089	6479
19	8	243	841	7004
27	13	507	1351	10409
35	8	415	564	5413
41	10	1147	286	8366

Segundo Hertel (1976) nas pinhas de *Araucaria angustifolia* para cada elemento fértil existem em média sete elementos estéreis. Na população estudada a cada seis elementos estéreis ocorreu um fértil. O mesmo resultado foi encontrado por Mantovani et al. (2004) em uma população localizada no Parque Estadual Campos do Jordão em São Paulo.

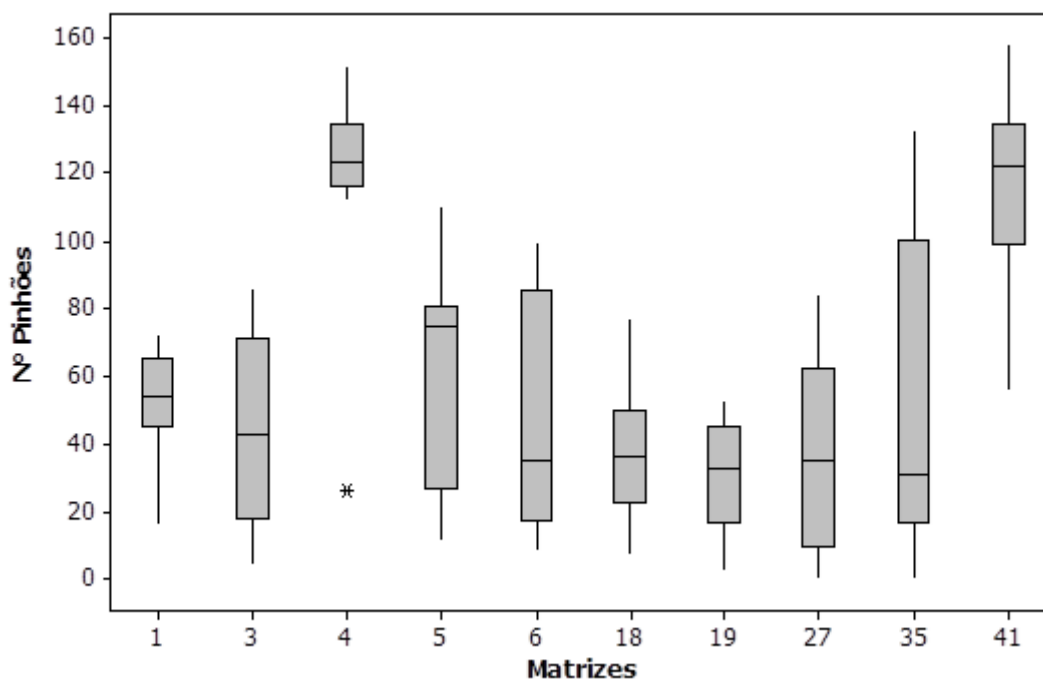
As Figuras 11, 12 e 13 representam gráficos *boxplot* para o número de sementes intactas, número sementes vazias e falhas, respectivamente. Os resultados são representados pela mediana e primeiro e terceiro quartil dos dados avaliados, sendo os asteriscos os valores discrepantes do resto dos dados. Assim, tanto o número de sementes intactas e sementes vazias quanto as falhas tiveram grande variação entre as matrizes.

O número de sementes intactas para cada matriz pode ser observado na Figura 11. Somente a matriz 4 e a matriz 41 apresentaram diferenças significativas, apresentando o maior número médio de pinhões intactos por pinhas, 117 e 114, respectivamente.

Diferenças no número de sementes por pinha podem estar relacionadas a condições climáticas desfavoráveis durante o florescimento, que acarreta em deficiência no processo de polinização. Apesar de a espécie ser polinizada pelo vento, tanto as características do pólen quanto da Floresta Ombrófila Mista dificultam a locomoção do mesmo.

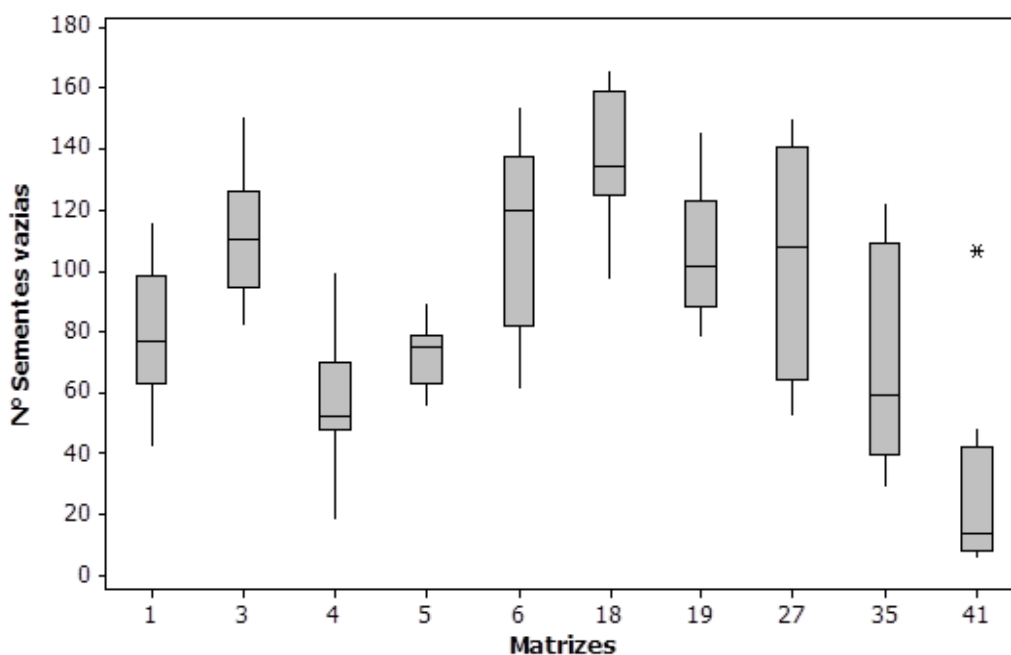
Além disso, deficiências hídricas podem acarretar na redução de assimilados pelas plantas e abortamento ou redução do desenvolvimento das sementes, devido a limitação do suprimento de carboidratos pela queda fotossintética. Períodos de seca durante o florescimento tem como efeito a redução do número de sementes, porém o tamanho das sementes nesse caso é menos afetado. A temperatura também influencia na produção da semente, visto que altas temperaturas, durante o período de transferência de matéria seca da planta para as sementes, podem causar danos a qualidade da semente, devido a uma queda na taxa fotossintética (MARCOS FILHO, 2005).

Pelo fato da *Araucaria angustifolia* ser uma espécie dioica, a presença de árvores masculinas próximas é um fator que também influencia a produção de sementes (KRUPPEK e RIBEIRO, 2010), a proporção desigual de sexos faz com que haja uma contribuição desbalanceada no número de gametas favorecendo o sexo mais presente na área (SOUZA e HATTEMER, 2003). Outra possível causa na diferença de produção de sementes entre os indivíduos de Araucária é a sua produção cíclica, ou seja, possuir um período de alta produção seguido por um período de baixa produção (MATTOS, 1994), o que também pode influenciar a produção de sementes entre as matrizes. Pelo fato de não haver estudos anteriores a este não é possível deduzir em que período de produção cada indivíduo se encontra na população estudada.



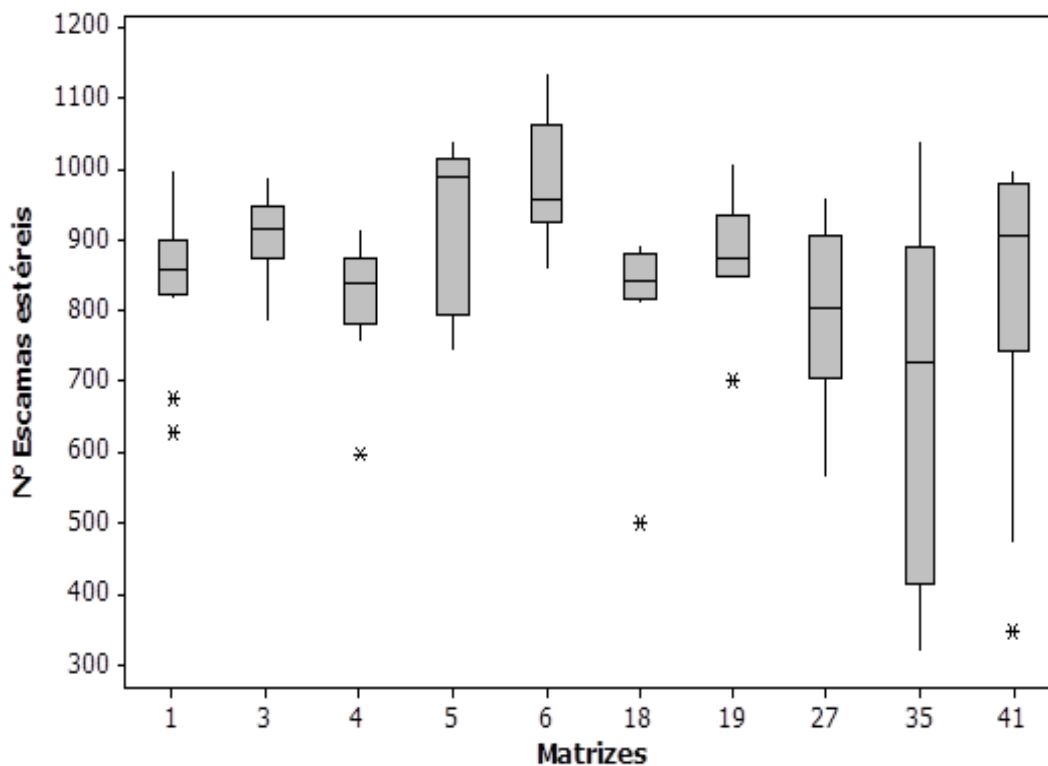
**Figura 11.** Número médio de pinhões intactos por pinha de matriz de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

Para o número de sementes vazias somente a matriz 41 apresentou diferenças, contendo a menor média (28,6) de pinhões vazios (Figura 12). A alta taxa de sementes vazias pode ser decorrente de abortos de óvulos em árvores jovens de Araucária. Outro fator que pode influenciar a taxa de aborto pode estar relacionado à similaridade genética dos genomas paternos e maternos (SOUZA e HATTEMER, 2003). Segundo Doust e Doust (1988), embriões com genótipos similares podem competir mais intensamente por nutrientes e a competição entre as sementes em desenvolvimento pode ocasionar o aborto.



**Figura 12.** Número médio de sementes vazias por pinha de matriz de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

Para o número de escamas estéreis (falhas) houve maior diferença entre as pinhas da matriz 35, a qual demonstrou maior variação dos dados (Figura 13).



**Figura 13.** Número médio de escamas estéreis por pinha de matriz de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

Os valores de desvio padrão para as características biométricas das sementes de Araucária foram menores quando comparados aos valores encontrados para as pinhas, demonstrando a menor variação dos dados para as características biométricas das sementes (Tabela 5).

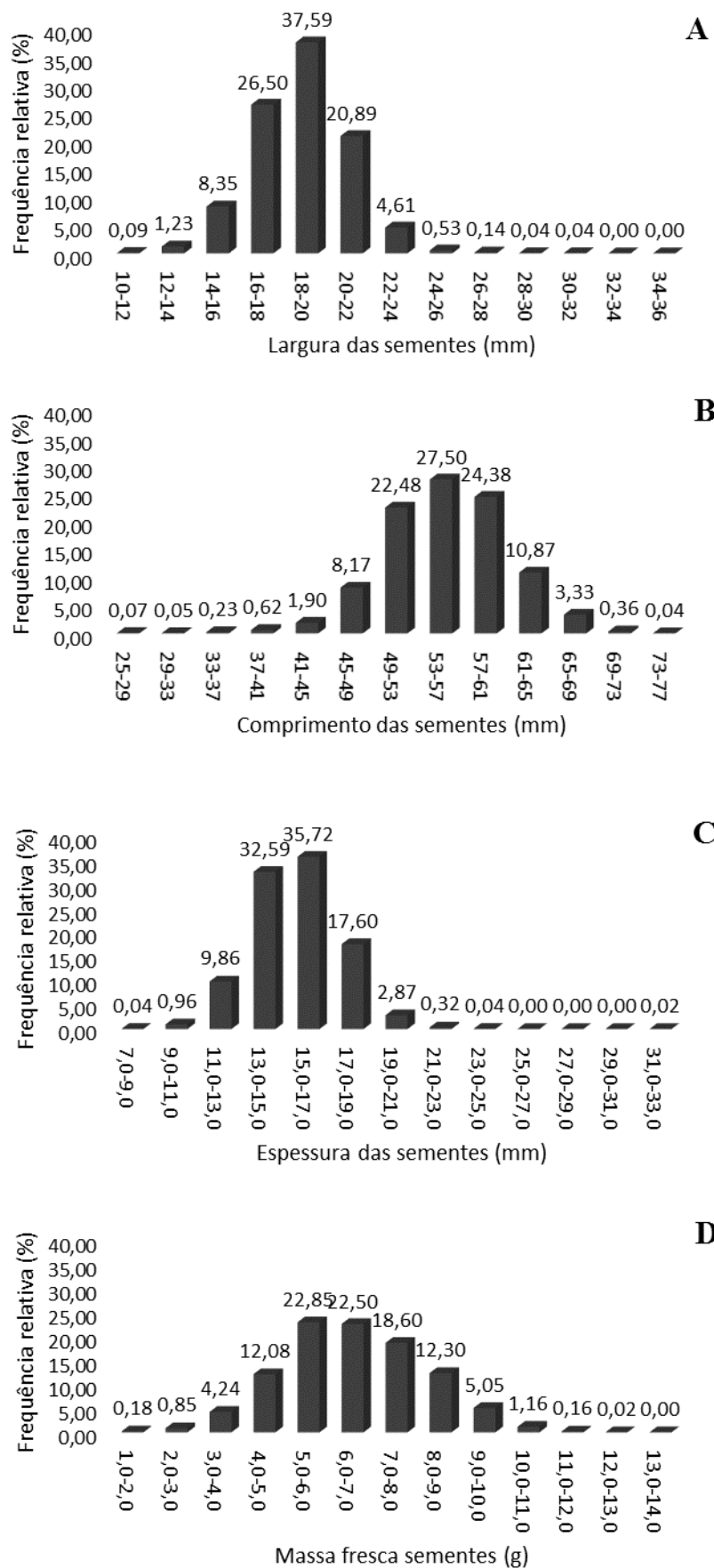
**Tabela 5.** Valores médios, mínimos e máximos de sementes de *Araucaria angustifolia* oriundos de 10 matrizes, Palma Sola/SC

Características	Sementes				
	Média <sup>1</sup>	Mínimo	Máximo	Moda	CV (%)
Largura (mm)	18,71 ( $\pm 2,11$ )	10,56	31,51	18,59	11,28
Comprimento (mm)	55,35 ( $\pm 5,52$ )	20,88	74,71	54,53	9,97
Espessura (mm)	15,39 ( $\pm 1,96$ )	7,99	23,51	14,6	12,73
Massa (g)	6,51 ( $\pm 1,59$ )	1,39	11,91	6,06	24,50

<sup>1</sup> Valores representam média ( $\pm$  desvio-padrão). Coeficiente de variação (CV)

O valor de moda da variável largura das sementes se repetiu 20 vezes, enquanto que o valor da moda para o comprimento das sementes apareceu cerca de 11 vezes. Já os valores de moda das variáveis espessura e massa fresca das sementes apresentaram-se vinte e uma e vinte e três vezes, respectivamente.

A Figura 14 apresenta as distribuições de frequências para as características biométricas das sementes. Os dados da largura das sementes mostraram uma distribuição assimétrica, com maior presença de pinhões entre os valores de 18 a 20 mm (37,59%), o que também ocorreu para a espessura das sementes, a qual teve maior frequência de pinhões com 15 a 17 mm (35,72%). Enquanto que as variáveis comprimento e massa fresca tiveram uma distribuição simétrica com predomínio de sementes entre 53 a 57 mm e 5 a 6 gramas, respectivamente.



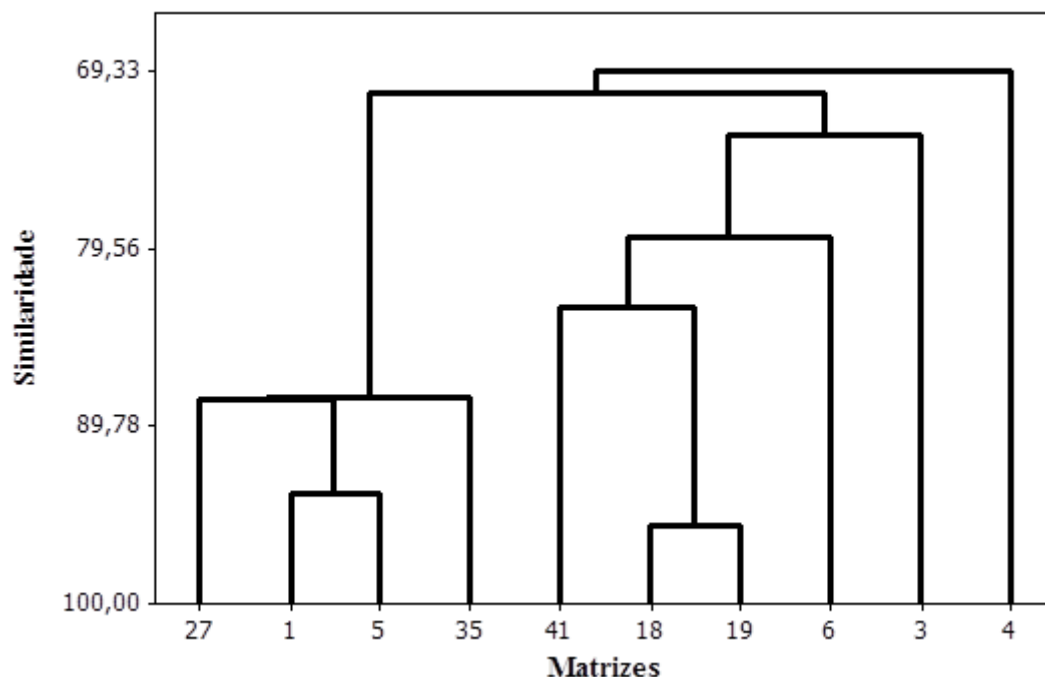
**Figura 14.** Distribuições de frequência relativa de largura (A), comprimento (B) e massa (C) das sementes de 10 matrizes de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

As sementes de *Araucaria angustifolia* possuem comprimento de 3 a 8 cm, 1 a 2,5 cm de largura e massa média de 8,7 gramas. Krupek e Ribeiro (2010), encontraram sementes com variação de 1,7 a 5,9 cm de comprimento, 1,4 a 2,4 cm de largura, 0,9 a 2,0 cm de espessura e massa entre 3,25 a 11,70 gramas. Os valores encontrados no presente trabalho mostra uma maior variação dos resultados. A heterogeneidade dos dados observados entre as matrizes pode ser ocasionada devido a influência ambiental durante o desenvolvimento das sementes, como também pela variabilidade genética entre as mesmas (TURNBULL, 1975).

Krupek e Ribeiro (2010) e Mantovani et al. (2004) encontraram maiores variações nas características biométricas das sementes de Araucária principalmente entre diferentes plantas, visto que dentro de cada estróbilo a variação de comprimento, largura, espessura e massa foi baixa. Anselmini (2005) também encontrou menor variação das características biométricas das sementes dentro das pinhas, porém observou diferenças nos tamanhos de sementes de diferentes pinhas provenientes de galhos secundários e galhos primários dentro da mesma árvore. Isto ocorre provavelmente pela distribuição homogênea dos recursos dentro da pinha (MANTOVANI et al., 2004).

Segundo LEISHMANN et al., (2000), a maior variação dentro da espécie ocorre dentro das plantas, o que indica efeitos ambientais durante o desenvolvimento ao invés de diferenças genéticas entre matrizes. Entretanto, como no presente trabalho as matrizes se encontram no mesmo fragmento florestal com colheita de pinhas maduras e estão expostas as mesmas condições climáticas e ambientais, as diferenças encontradas possivelmente podem indicar diferenças genéticas entre as matrizes.

O dendrograma do índice de similaridade de resposta com base na distância Euclidiana para as características biométricas das sementes evidencia a formação de nove grupos (Figura 15). As matrizes 18 e 19 apresentaram maior similaridade (95,41%) à medida que tiveram resultados intermediários para as variáveis analisadas (Tabela 6). Em seguida, têm-se um grupo formado pelas matrizes 1 e 5 (93,62%) de acordo com os altos valores médios obtidos para largura, espessura, comprimento e massa fresca. A matriz 4 apresentou-se isolada no dendrograma, encontrando-se com baixa similaridade (69,33%) com o grupo formado pelas outras matrizes.



**Figura 15.** Dendrograma de similaridade com base na distância Euclidiana para características biométricas das sementes de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

**Tabela 6.** Valores médios de largura, espessura, comprimento e massa de sementes de *Araucaria angustifolia* oriundos do município de Palma Sola/SC

Matriz	Semente			
	Largura (mm) <sup>1</sup>	Espessura (mm) <sup>1</sup>	Comprimento (mm) <sup>1</sup>	Massa (g) <sup>1</sup>
M1	20 (±1,95)	16,7(±1,55)	57,9(±5,00)	7,7(±1,33)
M3	17,4 (±2,24)	14,2(±2,00)	50,4(±5,73)	5,0(±1,84)
M4	17,6(±1,81)	14,6(±1,69)	56,2(±4,74)	5,6(±1,10)
M5	20,1 (±1,67)	16,3(±2,06)	57,5(±5,22)	7,6(±1,21)
M6	17,8(±1,71)	14,8(±2,58)	52,6(±4,13)	5,4(±1,08)
M18	19,0(±2,26)	16,2(±1,91)	54,6(±5,38)	7,0(±1,78)
M19	19,2(±1,99)	16,4(±1,87)	54,5(±4,29)	7,2(±1,46)
M27	19,2(±2,09)	16,1(±1,96)	57,7(±6,43)	7,5(±1,69)
M35	19,8(±2,13)	15,6(±1,67)	56,9(±8,21)	7,3(±1,52)
M41	18,7(±1,82)	15,0(±2,06)	54,0(±4,71)	6,3(±1,14)

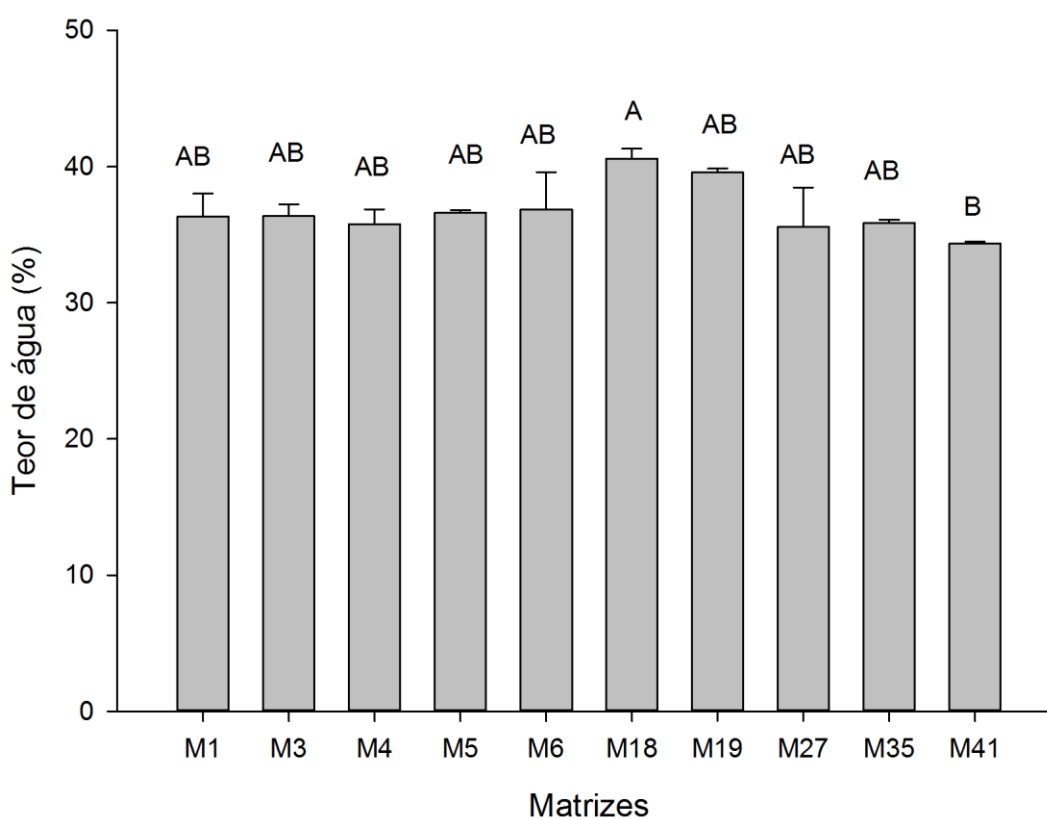
<sup>1</sup> Valores representam média (± desvio-padrão).

As maiores sementes possuem maior quantidade de reserva para o desenvolvimento do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Além disso, a maior reserva da semente influencia no estabelecimento da plântula a medida que

possibilita que a mesma sobrevive por mais tempo em condições desfavoráveis (SANTOS et al., 2009).

## 5.2 Avaliação de características físicas, da germinação das sementes e do desenvolvimento das plântulas

O teor de água das sementes das diferentes matrizes de *Araucaria angustifolia* variou de 35% (M41) a 40% (M18) (Figura 16). Os dados mostraram diferença significativa entre as matrizes 18 e 41, sendo que a primeira apresentava o maior teor de água e a segunda o menor teor de água.

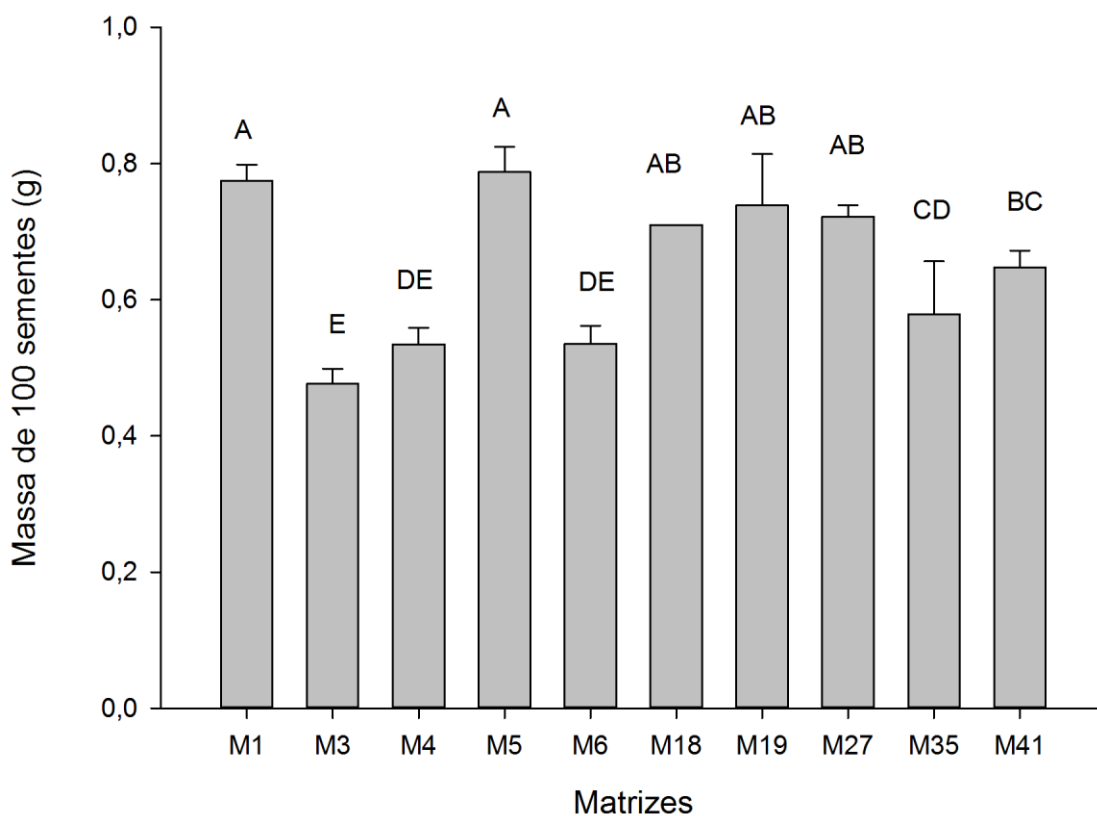


**Figura 16.** Teor de água das sementes das diferentes matrizes de *Araucaria angustifolia*. Palma Sola/SC

Por se tratar de uma espécie com sementes recalcitrantes, dispersas com alto conteúdo de água, as mesmas perdem rapidamente a viabilidade após a colheita por possuir baixa tolerância a desidratação (EIRA et al., 1994). Segundo Bianchetti e

Ramos (1981) as sementes de Araucária não são afetadas até teores de água de 36%, porém perdem totalmente sua viabilidade com teor de água de 25% (TOMPSETT, 1984). Para Carvalho (2005) a determinação do teor de água é fundamental, visto que está relacionado as características físicas e químicas das sementes florestais. Além disso, relaciona-se com a longevidade das sementes, à medida que influencia nos processos fisiológicos das mesmas e na redução de sua qualidade, interferindo no vigor e até no poder germinativo das sementes (MARCOS-FILHO, 2005).

A massa de 100 sementes mostrou diferença significativa entre as matrizes (Figura 17). A matriz 1 e 5 apresentaram a maior massa de 100 sementes, diferindo das matrizes 3, 4, 6, 35 e 41, as quais demonstraram os menores resultados. As diferenças dos teores de água (Tabela 16) podem influenciar nesse resultado de massa.

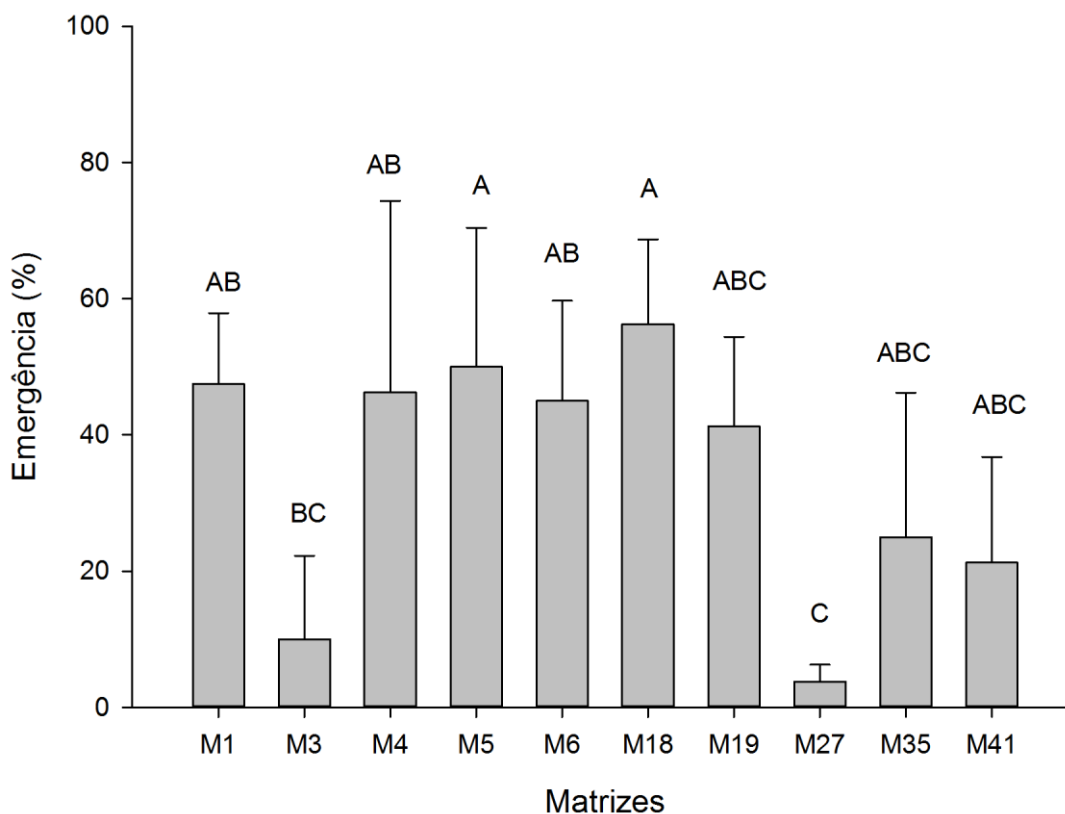


**Figura 17.** Massa de 100 sementes das diferentes matrizes de *Araucaria angustifolia* oriundas de Palma Sola/SC

A germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* em condições controladas ocorre em 35 dias, enquanto que em semeadura no solo demora entre 60 a 120 dias (RIZZINI, 1978). No presente estudo, as matrizes começaram a emergir entre 50 dias e 120 dias após início do experimento, sendo o teste finalizado após 150 dias da semeadura em casa de sombra.

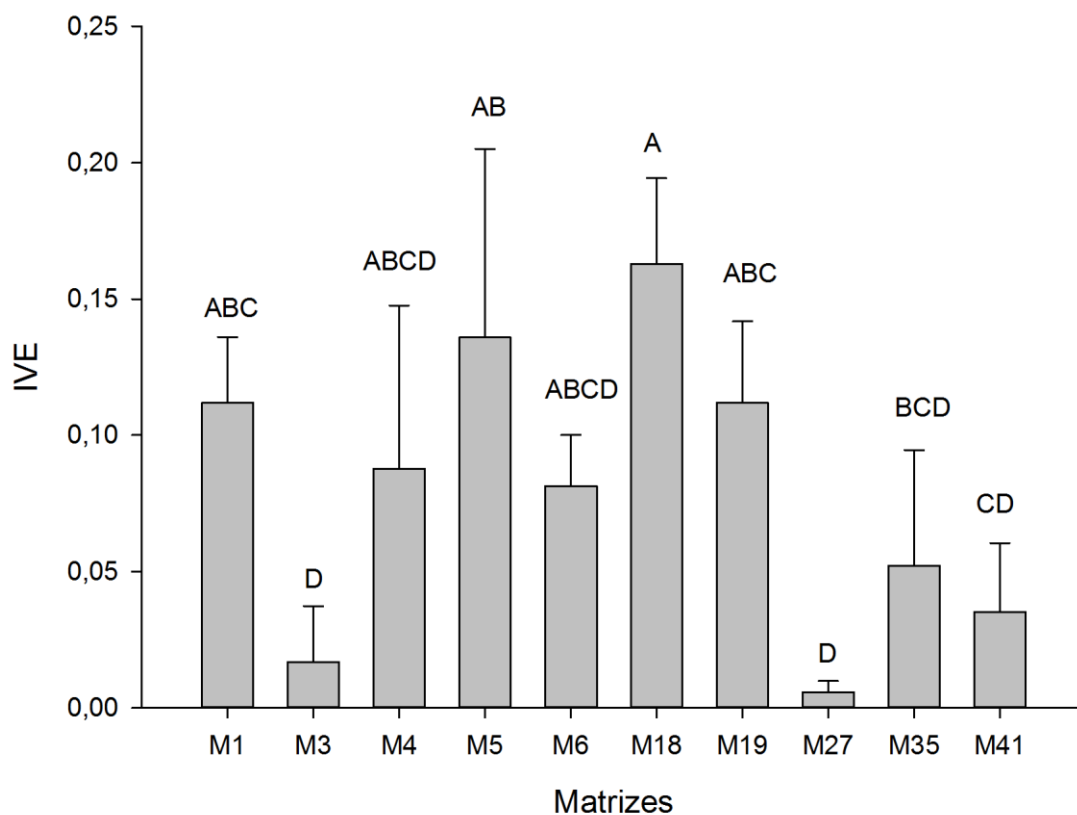
A porcentagem de emergência de plântulas mostrou diferença significativa entre as matrizes (Figura 18). A matriz 18 e a matriz 5 apresentaram as maiores porcentagens de emergência, diferindo das matrizes 3 e 27 com as menores porcentagens de emergência.

A germinação das sementes de *Araucaria angustifolia* é desuniforme e lenta, o que pode gerar perdas de muitas sementes devido a ataques de patógenos como também pela produção desuniforme de suas mudas (MOREIRA-SOUZA e CARDOSO, 2003). Krupek e Ribeiro (2010) avaliando 120 sementes de Araucária semeadas em tubetes com substrato composto de solo e casca de pinus encontraram germinação de 60, 9% o que foi considerada por eles como alta. Anselmini (2005) semeando as sementes em substrato comercial observaram germinação entre 45,7% e 67,9%, para as sementes obtidas de ramos secundários e de ramos primários, respectivamente.



**Figura 18.** Porcentagem de emergência de plântulas entre as diferentes matrizes de *Araucaria angustifolia* oriundas de uma população de Palma Sola/SC

O índice de velocidade de emergência também apresentou diferenças significativas entre as matrizes de *Araucaria angustifolia* (Figura 19). A matriz 18, com o maior IVE, exibindo a maior velocidade de emergência das plântulas, diferiu das matrizes 3, 27, 35 e 41. A matriz 18 também foi a que apresentou o maior teor de água (40%) (Figura 16) e a maior porcentagem de emergência (56,25%) (Figura 18). O baixo IVE da matriz 3 aliado a baixa porcentagem de emergência e massa de 100 sementes, pode indicar uma menor quantidade de reservas nas mesmas.



**Figura 19.** Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) das diferentes matrizes de *Araucaria angustifolia* localizadas em Palma Sola/SC

O teste de tetrazólio determina a viabilidade de sementes de acordo com a alteração da coloração dos tecidos vivos, representando a atividade enzimática quando imersos em solução de cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio (Marcos Filho, 2005). Dessa forma, o teste de tetrazólio foi realizado nas sementes presentes no teste de emergência que não germinaram, buscando conhecer se estavam viáveis ou não.

O resultado do teste mostrou que as sementes remanescentes no teste de emergência não se apresentavam viáveis, sendo consideradas mortas. As sementes apresentavam cores intensas, características de tecido em deterioração e falta de coloração, indicação de tecidos mortos (Figura 20) (FOGAÇA, 2015).

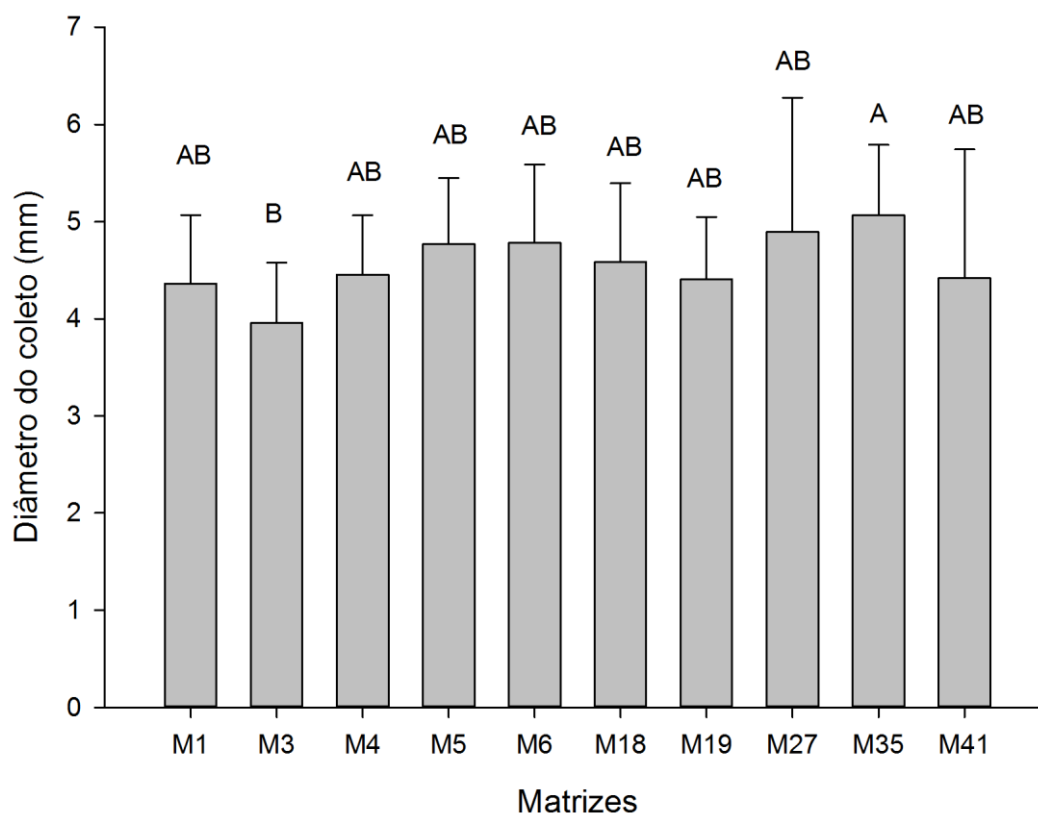


**Figura 20.** Sementes de *Araucaria angustifolia* após coloração em solução de 1% de tetrazólio

Um dos possíveis motivos pode ser devido a larva *Grapholita araucariae*, presente em algumas amostras avaliadas, a qual é responsável pelo apodrecimento de sementes da espécie à medida que ataca o seu caulículo e embrião (CASTRO, 1958). Outro fator de possível influência seria a diferença de maturação entre as sementes, onde sementes mais imaturas apresentariam maior sensibilidade a dessecação do que as outras.

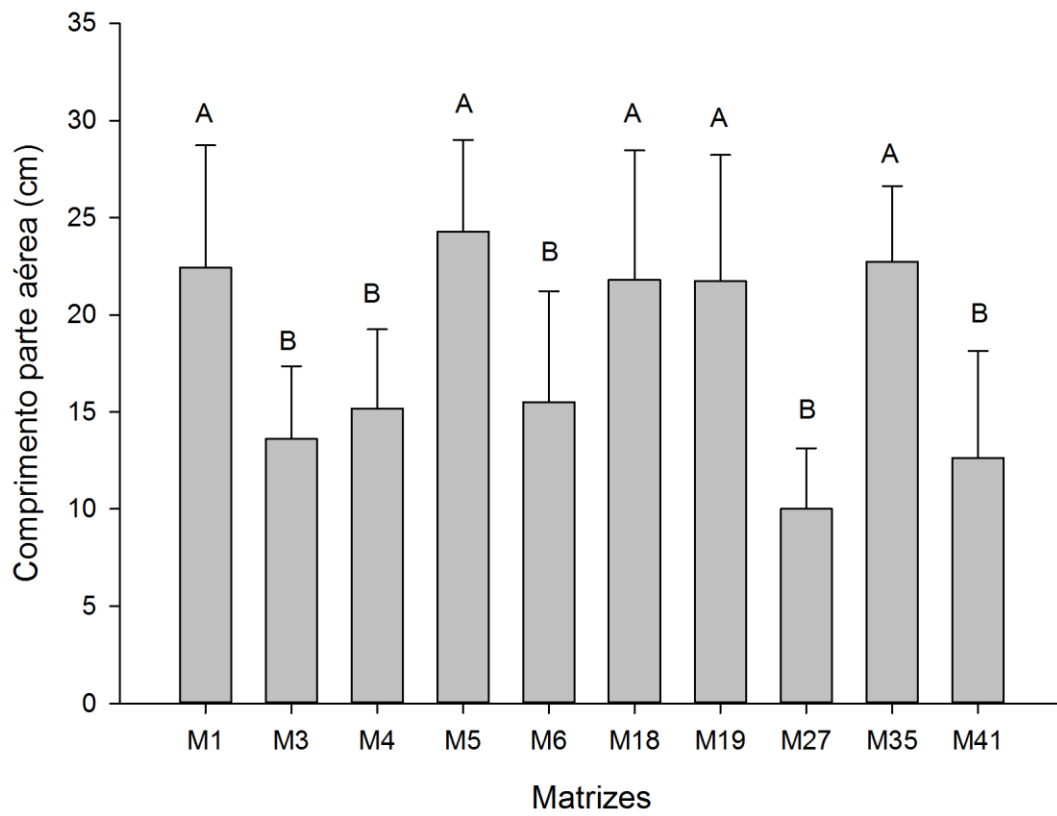
Todas as variáveis relacionadas a biometria das plântulas, também apresentaram diferença significativa entre matrizes (Figura 21, 22 e 23). Para o diâmetro do coleto (DC), as matrizes 3 e 35 diferiram, sendo a 35 com o maior valor médio para o DC (Figura 21). Já o comprimento da parte aérea formou dois grupos que diferiram entre si em virtude de maiores valores médio (matrizes 1, 5, 18, 19 e 35) e menores valores médio (matrizes 3, 4, 6, 27 e 41) (Figura 22). Enquanto que para o comprimento radicular as matrizes 4, 5, 6 e 35 diferiram da matriz 41, a qual apresentou o menor comprimento radicular (Figura 23).

Para Nakagawa (1999) as plântulas que apresentam os maiores comprimentos são consideradas as mais vigorosas, o que segundo Dan et al. (1987) ocorre devido a maior translocação de reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário.

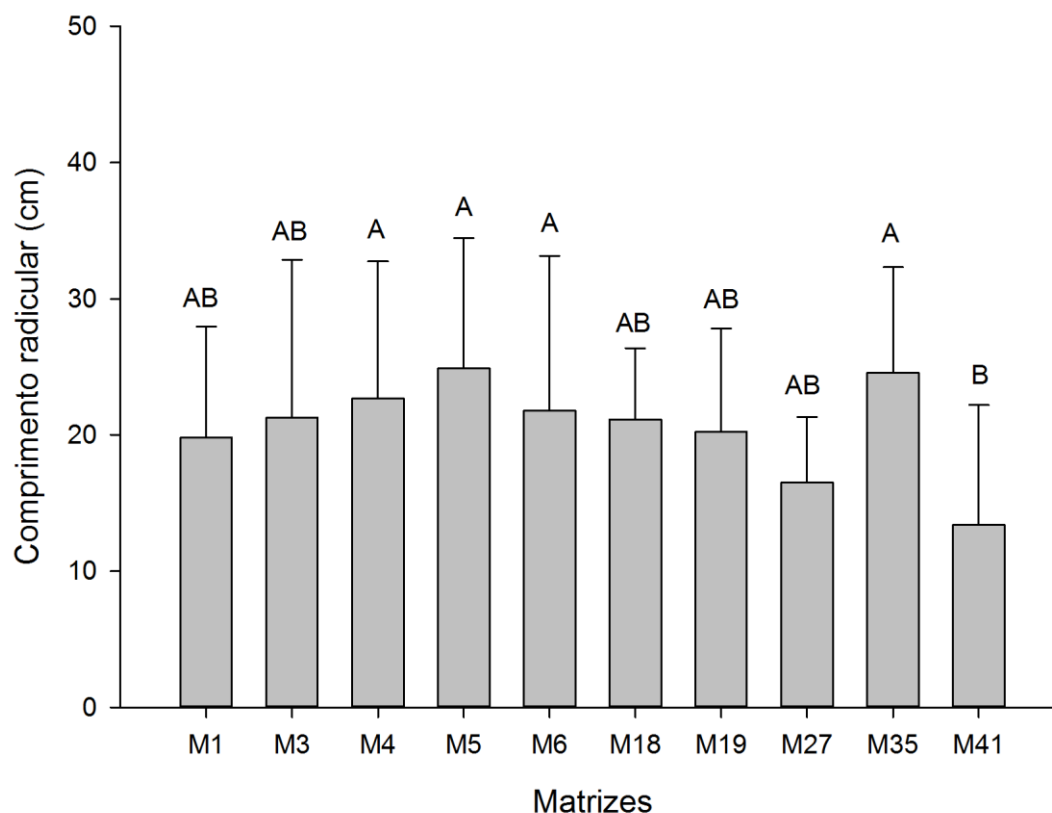


**Figura 21.** Diâmetro do coleto de plântulas de *Araucaria angustifolia* oriundas de diferentes matrizes, Palma Sola/SC

O diâmetro do coleto é uma característica importante na avaliação da sobrevivência e crescimento das mudas no campo, à medida que o maior diâmetro propiciam maior capacidade de formação e crescimento de novas raízes (SOUZA et al., 2006).



**Figura 22.** Comprimento parte aérea de plântulas de *Araucaria angustifolia* de diferentes matrizes, Palma Sola/SC



**Figura 23.** Comprimento radicular de plântulas de *Araucaria angustifolia* de diferentes matrizes localizadas em Palma Sola/SC

Segundo Guedes et al., (2015) a maior velocidade de germinação reflete indiretamente em maiores taxas de crescimento inicial de plântulas, visto que o crescimento mais rápido da parte aérea e da parte radículas permite maior aproveitamento das reservas hídricas e nutricionais do solo, além de possibilitar o melhor desenvolvimento dos processos fisiológicos. Quando as plântulas de maior vigor emergem rapidamente do solo ao iniciarem o processo fotossintético mantêm maiores taxas de crescimento ao longo do período de desenvolvimento (SCHUSC et al., 1999). As matrizes 5 e 18 apresentaram maior crescimento das plântulas e maior índice de velocidade de emergência, destacando-se para essas variáveis que as demais matrizes.

As matrizes demonstraram diferença significativa na quantidade de massa seca pelas plântulas (Tabela 8). A massa seca radicular mostrou diferenças significativas entre a matriz 35 com as matrizes 1, 3, 4, 18 e 19. A maior produção de

massa seca da parte aérea foi obtida pela matriz 5 que diferiu significativamente das matrizes 1, 3, 4, 6 18, 27 e 41. A massa seca das sementes remanescentes mostrou diferenças entre as matrizes 1 e 27 com as matrizes 3 e 4, visto que estas apresentaram maior produção de massa seca das sementes remanescentes, 2,61 e 2,78 gramas, respectivamente.

A matriz com maior massa seca total de plântula foi a matriz 1, seguida da matriz 5. A maior porcentagem de massa seca entre as diferentes partes das plântulas entre as matrizes se deu para a parte aérea, com exceção da matriz 27, que apresentou maior porcentagem de massa seca da raiz (12,3%) (Tabela 8).

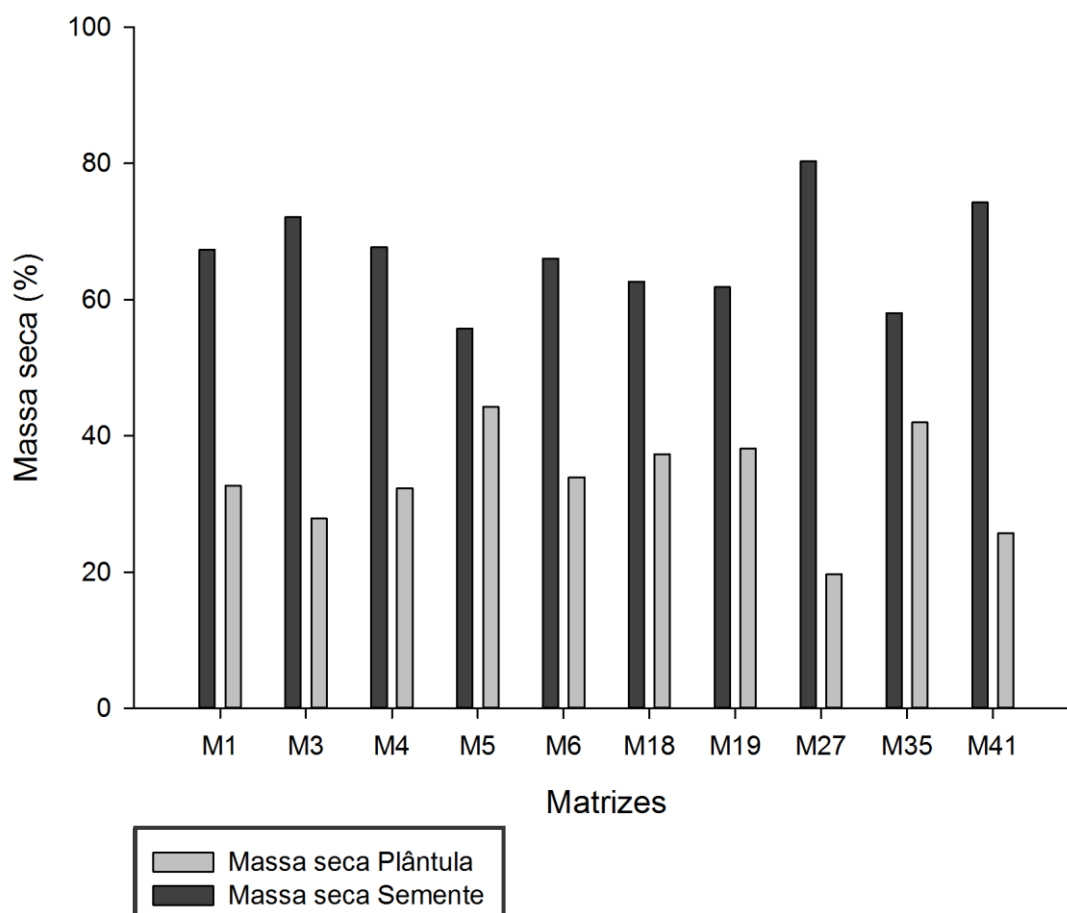
**Tabela 7.** Massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das semente remanescente (MSS) de plântulas de *Araucaria angustifolia* em diferentes matrizes, Palma Sola/SC

Matriz	MSR (g) <sup>1</sup>	%	MSPA (g) <sup>1</sup>	%	MSS (g) <sup>1</sup>	%	Total MSPlântula (g)
M1	0,37 (±0,11) B	9,57	0,90 (±0,34) BC	23,08	2,61 (±0,56) A	67,35	3,88
M3	0,27(±0,11) B	13,27	0,30 (±0,12) D	14,58	1,49 (±0,37) B	72,15	2,07
M4	0,33 (±0,10) B	12,55	0,51 (±0,29) D	19,73	1,77 (±0,49) B	67,72	2,61
M5	0,40 (±0,11) AB	11,31	1,17 (±0,37) A	32,96	1,99 (±0,46) AB	55,73	3,57
M6	0,39 (±0,12) AB	14,57	0,52 (±0,25) D	19,37	1,78 (±0,50) AB	66,07	2,70
M18	0,37 (±0,19) B	11,30	0,85 (±0,39) BC	26,02	2,04 (±0,65) AB	62,68	3,26
M19	0,35 (±0,10) B	10,25	0,96 (±0,42) AB	27,89	2,12 (±0,58) AB	61,85	3,43
M27	0,43 (±0,18) AB	12,30	0,25 (±0,10) CD	7,38	2,78 (±0,40) A	80,32	3,46
M35	0,52 (±0,15) A	15,55	0,88 (±0,33) ABC	26,39	1,93 (±0,35) AB	58,06	3,33
M41	0,39 (±0,20) AB	13,67	0,35 (±0,20) D	12,06	2,15 (±0,56) AB	74,27	2,89

<sup>1</sup>Valores representam média (± desvio-padrão). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

De acordo com a avaliação biométrica das plântulas (Figura 21, 22 e 23) observa-se menor qualidade fisiológica entre as matrizes 3, 27 e 41. Estas matrizes também foram as que apresentaram as menores taxas de transferência de massa seca das sementes para plântulas (Tabela 8).

A maior transferência de matéria seca da semente para a plântula foi observado na matriz 5, conforme pode ser visualizado na Figura 24. A maior transferência de massa de seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário ocorre pelas sementes mais vigorosas durante a fase de germinação, o que resulta em plântulas mais pesadas à medida que acumulam mais matéria (NAKAGAWA, 1999).



**Figura 24.** Porcentagem de massa seca da semente remanescente e da plântula nas matrizes de *Araucaria angustifolia*, Palma Sola/SC

Em média, as maiores sementes foram provenientes das matrizes 1 e 5. Geralmente, sementes maiores originam plântulas mais vigorosas e que inicialmente crescem mais (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). De forma geral, a matriz 5 foi a que apresentou a maior massa de 100 sementes (0,788 gramas), maior comprimento radicular (24,9 cm), maior comprimento da parte aérea (24,3 cm), maior massa seca da parte aérea (1,2 gramas) e maior transferência da de massa seca da semente remanescente para a plântula, o que faz com que está se destaque das demais.

A matriz 18 obteve as maiores pinhas, porém com baixo número de sementes intactas (295) e com alto número de pinhões vazios (1089), o que pode ter

ocasionado no crescimento intermediário das sementes. Apesar da matriz 18 não possuir as maiores sementes, apresentou boa qualidade fisiológica.

As informações obtidas no presente trabalho podem auxiliar no desenvolvimento de planos de manejo e conservação da espécie. Entretanto, demonstra variação na quantidade e qualidade das sementes produzidas, o que torna necessárias avaliações anuais da fenologia reprodutiva da espécie no local de estudo, a fim de ser possível estimar tanto a quantidade, como a qualidade e período de oferta das sementes, tornando a utilização racional deste recurso viável.

## 6 CONCLUSÕES

As pinhas e sementes de *Araucaria angustifolia* estudada apresentaram variação nos dados biométricos, com diferença na germinação e no desenvolvimento das plântulas entre as diferentes matrizes. As matrizes 1, 5 e 18 se destacaram positivamente das demais para as variáveis avaliadas.

## 7 REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R., QUESADA, M., ASHWORT, L., HERRERIAS-DIEGO, Y. V. O. N. N. E., LOBO, J. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. **Molecular Ecology**, v. 17, n.24, p. 5177-5188. 2008.
- 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.
- AULER, N.M.F.; REIS, M. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. The genetics and conservation of *Araucaria angustifolia*: I. Genetic structure and diversity of natural populations by means of non-adaptive variation in the state of Santa Catarina, Brazil. **Genetics and molecular biology**. v 25 n.3, p. 329-338, 2002.
- BALBINOT, R.; GARZEL, J. C. L.; WEBER, K. S., RIBEIRO, A. B. Tendências de consumo e preço de comercialização do pinhão (semente da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), no estado do Paraná. **Ambiência**. Guarapuava, PR v.4 n.3 p.463 - 472 2008.
- BARROS, H. S. D.; PEREIRA, A. G.; MORAES, C. B.; CRUZ, E. D.; SILVA, A. C.; SILVA, E. A. A. Avaliação da variabilidade genética para caracteres morfométricos em uma população de *Parkia gigantocarpa* Ducke. In: **II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**, 2012, Belém/PA. II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2012a.
- BARROS, H. S. D.; PEREIRA, A. G.; CRUZ, E. D.; MORAES, C. B.; SILVA, E. A. A. Caracterização biométrica de frutos de *Parkia gigantocarpa* Ducke (Leguminosae-Mimosoideae). In: **II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**, 2012, Belém/PA. II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2012b.
- BARROSO, G. M.; AMORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e Sementes: morfologia aplicada a sistemática de dicotiledôneas**. Universidade Federal de Viçosa. 1999.443 p

- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. Development, germination and growth. v.1, Berlin: Springer Verlag, 1978. 306p.
- BEWLEY J. D., BRADFORD K. J., HILHORST H. W. M., NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3rd Edition, Berlin: Springer, 2012. 395p.
- BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Efeito da temperatura de secagem sobre o poder germinativo de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n.2, p.27-56, 1981.
- BITTENCOURT, J. V. M. Proposta para conservação genética da *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p.87-93, 2007.
- BITTENCOURT, J. V. M.; SEBBENN, A. M. Patterns of pollen and seed dispersal in a small, fragmented population of the wind-pollinated tree *Araucaria angustifolia* in southern Brazil. **Heredity**, n. 99, p. 580–591, 2007.
- BITTENCOURT, J. V. M.; SEBBENN, A. M. Pollen movement within a continuous forest of wind-pollinated *Araucaria angustifolia*, inferred from paternity and TWOGENER analysis. **Conservation Genetics**, n. 9, p. 855–868, 2008.
- BORGES, E. E. L.; SILVA, R. F.; BORGES, R. C. G. Estudo da germinação de sementes de pinheiro brasileiro. 1. Embrião. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, 1987, Gramado. Resumos. Brasília, DF: **ABRATES**, 1987. p. 134.
- BORGES, E. E. L.; TOOROP, P. E. Fisiologia da germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes tropicais florestais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 244-258.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. 399p..
- BRDE - Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul, Agência de Florianópolis, Gerência de Planejamento. 2005. Cultivo da *Araucaria angustifolia*: análise de viabilidade econômico -financeira. Florianópolis. BRDE, 53 p.
- CARVALHO, P. E. R. Pinheiro-do-paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 2002, 17 p. (**Comunicado Técnico, n. 60**).
- CARVALHO, N. M. **A secagem de sementes**. São Paulo: Funep, 2005.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CASTRO, Y. G. P. Variação no tamanho de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**: Instituto Nacional do Pinho, Rio de Janeiro, ano 11, n. 11, 1959.

- CORDENUNSI, B. R., MENEZES, W. E., GENOVESE, M. I., COLLI, C., GONÇALVES, A. S., LAJOLO, F. M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 52, p. 3412-3416, 2004.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (Lecythidaceae). **Revista ACTA AMAZONICA**. v.33 n. 3.p. 381-388,2003.
- CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae –Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.
- DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E. P. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 45-55, 1987.
- DANIEL, R. F.; BURKHART, H. E.; CLASON, T. R. A comparison of competition measures for predicting growth of loblolly pine trees. **Canadian Journal for Forest Research**, v. 16, n. 6, p. 1230-1237, 1986.
- DANNER, M. A.; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. Z. O cultivo da Araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 441-451, 2012.
- DOUST, J. L.; DOUST, L. L. Sociobiology of plants: na emerging synthesis. In: DOUST, J. L.; DOUST, L. L. **Plant reproductive ecology**. New York: Oxford University Press, 1988. P. 5-29.
- DUDA, L. L. **Seleção genética de árvores de *Pinus taeda* L. na região de Arapoti, Paraná**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- EIRA, M.S.T.; SALOMÃO, A.N.; CUNHA, R. et al. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze - Araucariaceae. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Brasília, v.16, n.1, p.71-75, 1994.
- FERREIRA, D. K.; NAZARENO, A. G.; MANTOVANI, A.; BITTENCOURT, R. SEBBENN, A. M.; REIS, M. S. Genetic analysis of 50-year old Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) plantations: implications for conservation planning. **Conservation genetics**, n. 13, p. 435-442, 2012.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; ORELLANA, E.; NASCIMENTO, F.; DIAS, A. N.; INOUE, M. T. Produção de sementes de *Araucaria angustifolia* em plantio e em floresta natural no centro-sul do estado do Paraná. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 155-162, 2011.

FOGAÇA, C. A. Teste de tetrazólio e testes de vigor. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes tropicais florestais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 344-359.

FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; ZANCHET-LEAL, A. M.; DUTRA, T. BACKES, A. GANADO, G. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e desenvolvimento sustentável**. Editora Holos: Ribeirão Preto, 2009. p. 328.

FOWLER, J.A.P. et al. **Conservação de sementes de pinheiro do Paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1998. 4p. (Comunicado Técnico, 34).

FOWLER, J. A.; CARVALHO, P. E. R. **Cultivo da Araucária**. Sistemas de Produção, 7 - 2ª edição. ISSN 1678-8281 - Versão Eletrônica. Embrapa Florestas. 2010. <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Araucaria/CultivodaAraucaria\\_2ed/Sementes.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Araucaria/CultivodaAraucaria_2ed/Sementes.htm)>.

FRAZÃO, D.A.C.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; CORRÊA, M. P. F.; OLIVEIRA, R. P.; POPINIGIS, F. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, v.5, n.1, p.81-91, 1983.

GARCIA, C.; COELHO, C. M. M.; MARASHIN, M.; OLIVEIRA, L. M. Conservação da viabilidade e vigor de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze durante o armazenamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 857-867, 2014.

GUALTIERI, S. C. J.; FANTI, S. C. Ecofisiologia da germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes tropicais florestais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 259-275.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; SANTOS-MOURA, S. S.; GALINDO, E. A. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2373-2382, 2015.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; JUNIOR, E. M. F. Biometria de frutos e endocarpos de Murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91. 2006.

HAMRICK, J. L. Plant population genetics and evolution. **American Journal of Botany**, p. 1685-1693, 1982.

IUCN (2010) **IUCN red list of threatened species**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 14 Mar. 2016.

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**, Unicentro, v.12 nº 1, 2010.

KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucária**. 1983. 233f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LABORIOU, L. G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington.1983.

LEISHMAN, M. R.; WRIGHT, I. J.; MOLES, A. T.; WESTOBY, M. The evolutionary ecology of seed size. **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. Ed. M. Fenner, CAB International, Wallingford, p. 31-57, 2000.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid inselection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.08-17, 2007.

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.

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

MATTOS, J. R. **O pinheiro brasileiro**. 2.ed. Santa Catarina: princesa, 225p. v.1.1994.

MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, Florianópolis, v. 2, n. 18, p. 33-50, 2005.

MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E. J. B. N. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Seeds. **Scientia Agrícola**; Piracicaba, v.60, n.2, 2003.

MORES, M. L. T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e suas relações com as características de crescimento**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. 1987.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 21-2.24.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. **Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas**. 2007. Embrapa. ISSN 1517-5278 Colombo. Paraná (Circular Técnica 131).

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. **Biometria de frutos e sementes, germinação e armazenamento de sementes de flor-de-seda** [*Calotropis procera* (Aiton) W.T. 2012. 144 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Etnoconhecimento, caracterização e propagação de plantas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró - RN, 2012.

PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; SEDREZ, M. R. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), na reserva genética florestal de Caçador, Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.6, p.1109-1121, 2009.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS. p.676-684, 1990

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 289p, 1985.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMA SOLA/SC. **Características físicas**. Disponível em: <<http://www.palmasola.sc.gov.br/caracteristicas-fisicas.asp>>. Acesso em 20/02/2014.

RAMOS, A.; BIANCHETTI, A. Metodologia para determinação do teor de umidade de sementes de *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. Ktze. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 12, n.3, p. 9-16, 1990.

REIS, C. A. F., SOUZA, A. M. D., MENDONÇA, E. G., GONÇALVES, F. R., MELO, R. M. G., CARVALHO, D. D. Diversidade e estrutura genética espacial de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Clusiaceae) em uma floresta paludosa. **Revista Árvore**, v. 33 n.2, p. 265-275, 2009.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.; HIROTA, M. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v.142, p. 1141–1153, 2009.

RIZZINI, C.T. **Árvores de madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. 2.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 296p. 1978.

SANT' ANNA, C. S.; SEBBENN, A. M.; KLABUNDE, G. H. F.; BITTENCOURT, R.; NODARI, R. O.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Realized pollen and seed dispersal within a continuous population of the dioecious coniferous Brazilian pine [*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze]. **Conservation Genetic**, v. 14, p.601–613, 2013a.

SANT' ANA, V. Z.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; ZANATA, M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, M. A.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em Luiz Antonio, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 515-520, 2013b.

SANTOS, A.J.; CORSO, N.M.; MARTIS, G; BITTENCOURT, E. Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no estado do Paraná. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 163-169, 2002.

- SANTOS, F. S.; DE PAULA, R. C.; SABONARO, D. Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.
- SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variabilidade genética, sistema reprodutivo e estrutura genética especial em *Genipa americana* L. através de marcadores isoenzimáticos. **Scientia Forestalis** n. 53, p. 15-30, 1998.
- SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. Crescimento em laboratório de plântulas de aveiapreta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 229-234, 1999.
- SHIMIZU, J. Y., JAEGER, P.; SOPCHAKI, S. A. Variabilidade genética em uma população remanescente de *Araucária* no Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 41, p.18-36, 2000.
- SILVA, G. R. C.; RODRIGUES, C. M.; MIRANDA, S. C. Dados biométricos de frutos e sementes de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) YT Lee & Langenh e *H. martiana* Hayne. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 121-127, 2012.
- SILVA, E. C. B.; KUBOTA, T. Y. K.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Coeficientes de herdabilidade e de parentesco em um fragmento florestal de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze utilizando marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 147-153, 2015.
- SOUZA, V. A.; HATTEMER, H. H. Fenologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia* no Brasil. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 47, p. 19-32, 2003.
- SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.
- STEFENON, V. M.; NODARI, R. O.; REIS, M. S. Padronização de protocolo AFLP e sua capacidade informativa para análise da diversidade genética em *Araucaria angustifolia*. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 163-171, 2003.
- TOMPSETT, P. B. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. **Annals of Applied Botany**, Webesbourne, v. 105, n. 3, p. 581-586, 1984.
- TURNBULL, J. W. Seed extraction and cleaning. In: REPORT ON THE FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING, 1975, Chiang mai. **Proceedings Rome**: FAO, 1975. p.135-151
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W. E. (Ed.). **Melhoramento e genética**. São Paulo: Melhoramentos, 1969. p. 17-37.

VIEIRA, E. M.; LOB, G. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: FONSECA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T.; BACKES, A.; GANADO, G. **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto, Editora Holos, 2009, p. 85-96.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.