

Artigos

Caracterização morfofisiológica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze para identificação de árvores matrizes

Morphophysiology characterization of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze for identification of matrix trees

**Victória Campos Monteiro Pires^I , Cristiane Carvalho Guimarães^I ,
Thatiele Pereira Eufrazio de Moraes^{II} , Luiz Fernandes Silva Dionísio^{III} ,
Cristiano Bueno de Moraes^{II} , Edvaldo Aparecido Amaral da Silva^I **

^IUniversidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil

^{II}Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil

^{III}Universidade do Estado do Pará, Castanhal, PA, Brasil

RESUMO

A fragmentação florestal e exploração descontrolada levaram à inclusão de *Araucaria angustifolia* na lista de espécies brasileiras ameaçadas de extinção, o que culminou na necessidade de identificação de matrizes para coleta de sementes e produção de mudas. Assim, objetivou-se descrever as características morfológicas do material vegetativo de diferentes indivíduos de *Araucaria angustifolia*, bem como avaliar a qualidade fisiológica das sementes para identificação de matrizes para coleta na área em estudo. Cada árvore foi considerada um indivíduo distinto e, inicialmente, foi realizada a caracterização biométrica de pinhas e sementes. Posteriormente, a avaliação da similaridade foi definida utilizando-se o método da distância Euclidiana e "single linkage method". O potencial fisiológico das sementes foi determinado através dos testes de germinação, índice de velocidade de germinação, massa seca e comprimento de plântulas. Os materiais vegetativos estudados apresentaram variação nos dados biométricos, sendo que para as sementes houve, também, diferença nas características fisiológicas. As matrizes 1, 5 e 18 destacaram-se positivamente das demais e a avaliação da biometria, germinação, emergência e comprimento das plântulas foi considerada eficiente para determinação da qualidade fisiológica das sementes. Tais informações podem auxiliar em futuros programas de manejo em áreas de floresta de Araucária da região.

Palavras-chave: Biometria; Fisiologia; Sementes; Pinha

ABSTRACT

The forest fragmentation and uncontrolled exploration of the *Araucaria angustifolia* led to the inclusion of this species in the list of Brazilian species threatened with extinction, which culminated in the need to identify parent trees for seed collection and seedling production. Thus, the objective of this work was to describe the morphological characteristics of the different plant materials of *Araucaria angustifolia*, as well as evaluate the physiological quality of the seeds for the identification of matrix trees for collection in the study area. Each tree was considered a distinct matrix, and initially, the biometric characterization of cones and seeds was performed. Subsequently, the evaluation of similarity was defined using the Euclidean distance method and the "single linkage method". The physiological potential of the seeds was determined through tests of germination, germination speed index, dry mass and seedling length. The vegetative materials studied presented variation in the biometric data, and for the seeds, there was also a difference in the physiological characteristics. The matrices 1, 5 and 18 stood out positively from the others and the evaluation of biometrics, germination, emergence and seedling length was considered efficient for the determination of the seed's physiological quality. Such information can help in future management programs in *Araucaria* forest areas in the region.

Keywords: Biometrics; Physiology; Seeds; Pine cone

1 INTRODUÇÃO

Araucaria angustifolia (Bertol.) Ktze. (Araucariaceae) é uma espécie de grande importância ecológica, econômica e social dentro de sua ocorrência natural, sendo encontrada majoritariamente no bioma Mata Atlântica e forma a Floresta Ombrófila Mista, que ocorre em parte do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de pequenos povoados encontrados em São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo. Conhecida popularmente como pinheiro brasileiro, sua madeira é considerada de alta qualidade, alto poder calorífico e densidade moderada. Outro produto de destaque fornecido pela araucária é sua semente, denominada popularmente como pinhão (Carvalho; Nakagawa, 2012; Dias *et al.*, 2017).

A constante exploração dos seus produtos, a expansão da agricultura e o reflorestamento com espécies exóticas levaram à fragmentação destas florestas com consequente comprometimento dos processos de regeneração (Wrege *et al.*, 2016). A referida fragmentação acarreta na diminuição da sustentabilidade dos contínuos florestais, perda da variabilidade genética, redução do tamanho efetivo populacional,

efeito de borda, entre outros, o que leva à quebra da dinâmica da reprodução, regeneração e amadurecimento da espécie (Shimizu; Jaeger; Sopchaki, 2000; Roque *et al.*, 2023). Esses fatores levaram à inclusão da *Araucaria angustifolia* na lista de espécies da flora brasileira criticamente ameaçadas de extinção e conta, atualmente, com menos de 2% de sua área original.

Algumas espécies nativas apresentam alta variabilidade genética e fenotípica, e estas são refletidas na morfologia do material vegetativo que, muitas vezes, estão relacionados, também, a fatores edafoclimáticos, bióticos e abióticos (Araújo *et al.*, 2015; Gerber *et al.*, 2021). Como ainda se tem material superior na natureza, e como forma de conservar tais características, é imprescindível a prospecção dos genótipos *in loco* nas áreas de ocorrência. Vale ressaltar que ainda que os remanescentes de florestas com araucárias mantenham altos níveis de diversidade, a manutenção da variabilidade nas progênies depende da conectividade entre os remanescentes, sendo necessária a definição e execução de estratégias para a conservação *ex situ* (Medina-Macedo *et al.*, 2016). Para tanto, devem-se adotar critérios para seleção de indivíduos cujas características desejadas sejam superiores, sendo estas denominadas árvores matrizes.

Estudos de características morfológicas e fisiológicas de frutos e sementes são importantes ferramentas na identificação da variabilidade genética dentro de uma população e na diferenciação de indivíduos (Medina-Macedo *et al.*, 2015) possibilitando, assim, a obtenção de sementes florestais com qualidade, através de procedimentos de marcação e mapeamento no campo. O conhecimento destas características auxilia em programas de melhoramento, manejo, reflorestamento e formação de bancos de germoplasma (Silva *et al.*, 2014).

Dentre as características mais relevantes para a seleção de plantas matrizes de boa qualidade, encontram-se as de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (Marcos-Filho, 2015), nos quais estudos relacionados à biometria de sementes fornecem informações que podem ser aplicadas no manejo florestal. A biometria é uma variável de fácil obtenção e avaliação, podendo ser utilizada em diferentes

espécies para indicar a existência de variabilidade entre indivíduos da mesma espécie, e, assim, contribuir diretamente para a produção de mudas com maior padrão de qualidade e com base genética mais ampla (Leão *et al.*, 2016).

A biometria de frutos e sementes pode ser utilizada em programas de melhoramento, para obtenção de subsídios em estudos de dispersão e estabelecimento de mudas em florestas nativas (Silva *et al.*, 2022), pois as características biométricas permitem a diferenciação de espécies de um mesmo gênero, a identificação da variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e a análise da relação entre essa variabilidade e fatores ambientais (Gonçalves *et al.*, 2013; Hernandez *et al.*, 2021). Então, um lote de sementes é adequado para fins de restauração quando sua diversidade genética, representativa da população de origem é preservada, na medida do possível, em toda a cadeia de abastecimento e implantada em local de restauração de condições ecológicas adequadas (Erickson; Halford, 2020). Além do estudo das características inerentes a frutos e sementes, também é importante avaliar a associação entre estas, uma vez que possibilita a verificação do grau de interferência de uma característica sobre outra, com interesse econômico, assim como também a realização de seleção indireta (Barbosa *et al.*, 2022).

Portanto, objetivou-se com este trabalho descrever as características morfológicas de pinha e sementes de *Araucaria angustifolia*, assim como avaliar a viabilidade e o vigor, a fim de identificar potenciais indivíduos para coleta de sementes na área em estudo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta dos estróbilos femininos (pinha) foi realizada em uma população de *Araucaria angustifolia* de propriedade da empresa Palmasola S/A, localizada no Município de Palma Sola, Santa Catarina, segundo a classificação de Köppen: latitude 26°20' S, longitude 53°16' W e altitude aproximada de 870 metros (Alvares *et al.*, 2013).

As pinhas coletadas foram provenientes de 10 árvores, as quais estavam distantes entre si cerca de 100 metros, de forma a obter-se indivíduos geneticamente distintos. A coleta foi realizada no início da liberação das sementes, quando foi identificada a queda inicial destas. Nesse momento, verificou-se a maturidade das pinhas visualmente, de acordo com a sua coloração amarronzada (Anselmini; Zanette; Bona, 2006). Cada árvore foi considerada uma matriz distinta, sendo coletado no mínimo 8 estróbilos de cada indivíduo, conforme a disponibilidade de pinhas maduras em cada matriz.

A caracterização biométrica dos estróbilos femininos ocorreu logo após a coleta das pinhas, sendo avaliadas as seguintes características: comprimento, largura e massa fresca. As características comprimento e largura foram mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm), enquanto a massa fresca foi determinada em balança digital de precisão (0,01 g). As sementes foram extraídas manualmente dos estróbilos femininos, sendo em seguida realizada a separação e contagem de acordo com a classificação: sementes intactas (pinhões), sementes atacadas por insetos, sementes vazias (escamas não fecundadas) e falhas (escamas estéreis).

A caracterização biométrica ocorreu em todas as sementes classificadas como intactas, por meio da mensuração das características: comprimento, largura e espessura obtidos com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm), além da massa fresca de cada semente determinada em balança digital (0,01 g). Durante a mensuração biométrica das sementes, estas foram armazenadas em sacos de papel em câmara fria a 12°C e 60% de UR.

As sementes amostradas para o teste de emergência de cada matriz foram selecionadas aleatoriamente. Inicialmente, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 2% (v/v) durante três minutos, sendo em seguida lavadas em água corrente e secas superficialmente (Garcia *et al.*, 2014).

O teste foi instalado em casa de sombra com capacidade de retenção de 50% de intensidade luminosa (tela de sombreamento), considerando 10 tratamentos

(matrizes) com 4 repetições de 20 sementes cada. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas de 37x23x7 cm, contendo substrato comercial composto por casca de arroz, vermiculita, casca de pinus e fibra de coco.

As bandejas permaneceram na casa de sombra por um período de 150 dias, onde foram realizadas irrigações a cada meia hora por um período de trinta segundos. Nesse período, a temperatura média mensal variou entre 17,6 a 23,3 °C, enquanto a precipitação pluvial total mensal variou entre 23,1 a 298,5 mm. A contagem foi feita diariamente e as características avaliadas foram: porcentagem de emergência de plântulas com hipocótilo com, no mínimo, 0,5 cm acima da superfície do substrato e o índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), obtido de acordo com a equação de Maguire (1962).

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 sua viabilidade. Para isso, a semente foi cortada longitudinalmente, com o intuito de expor o embrião e o megagametófito, seguido da imersão em solução de tetrazólio a 1% por 24 horas em temperatura de 30 °C. Foram consideradas viáveis as sementes que apresentaram até pequenas necroses em superfícies, porém sem contato com a cavidade do embrião (Brasil, 2009).

A análise do desenvolvimento das plântulas foi realizada a partir da avaliação do comprimento da parte aérea, da raiz principal e o diâmetro do coleto. O comprimento da parte aérea e da raiz principal foi mensurado com uma régua graduada e os resultados 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. Além disso, também foi determinada a massa seca das plântulas através da massa seca da parte aérea (hipocótilo, epicótilo e folhas primordiais), raiz principal e remanescente da semente na plântula, as quais foram acondicionadas em saco de papel Kraft e permaneceram em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 48 horas (Nakagawa, 1999; Pires Neto *et al.*, 2016). As amostras foram pesadas em

balança analítica de precisão (0,001 g), resultando em valores de massa seca das partes analisadas.

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 *clusters* 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.

Na avaliação das características físicas, emergência das plântulas e do desenvolvimento de plântulas, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 10 matrizes (tratamentos) e quatro repetições de 20 sementes por parcela. 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 à análise de variância, sendo complementado pelo teste Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico Minitab 16.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As pinhas são compostas por sementes, escamas não fertilizadas (sementes vazias), escamas estéreis (falhas) e um eixo central (Mantovani; Morellato; Reis, 2004). No presente trabalho 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 1.

Tabela 1 – Número total de pinhas, de sementes intactas, de sementes vazias e de escamas estéreis coletadas por matriz de *Araucaria angustifolia*

Matriz	Pinhas	Sementes intactas	Sementes vazias	Escamas estéreis
M1	12	625	968	10124
M3	10	441	1129	9044
M4	9	1054	514	7347
M5	8	503	584	7439
M6	10	468	1132	794
M18	8	295	1089	6479
M19	8	243	841	7004
M27	13	507	1351	10409
M35	8	415	564	5413
M41	10	1147	286	8366

Fonte: Autores (2021)

No total, 5.698 (5,96%) foram classificadas como sementes intactas, 79 (0,08%) estavam atacadas por insetos, 8.434 (8,83%) eram escamas não fecundadas (sementes vazias) e 81.329 (85,12%) eram as chamadas falhas (escamas estéreis). De acordo com Sousa e Hattemer (2003), pinhas maduras podem ser compostas de 700 a 1200 escamas, com número variável de sementes entre 5 e 150. O peso daquelas intactas em relação ao peso total da pinha varia de 22,6% a 41,8% (Figueiredo Filho *et al.*, 2011), o que faz com que o peso da pinha não seja um parâmetro adequado para estimar a produção de pinhões (Danner; Zanette; Ribeiro, 2012). Na população de *Araucaria* avaliada neste estudo, a cada seis elementos estéreis ocorreu um fértil. O mesmo resultado foi encontrado em uma população localizada no Parque Estadual Campos do Jordão em São Paulo (Mantovani; Morellato; Reis, 2004).

De acordo com Marcos Filho (2015), a variação no número de sementes por pinha pode ser afetada por condições climáticas desfavoráveis durante o desenvolvimento do estróbilo. Deficiências hídricas e altas temperaturas podem acarretar na redução de assimilados pelas plantas, resultando em abortamento ou falha no desenvolvimento das sementes, devido a limitação do suprimento de carboidratos pela queda na taxa fotossintética. Para Krupek e Ribeiro (2010), a diferença na quantidade de sementes produzidas em cada um dos estróbilos está provavelmente relacionada aos eventos de

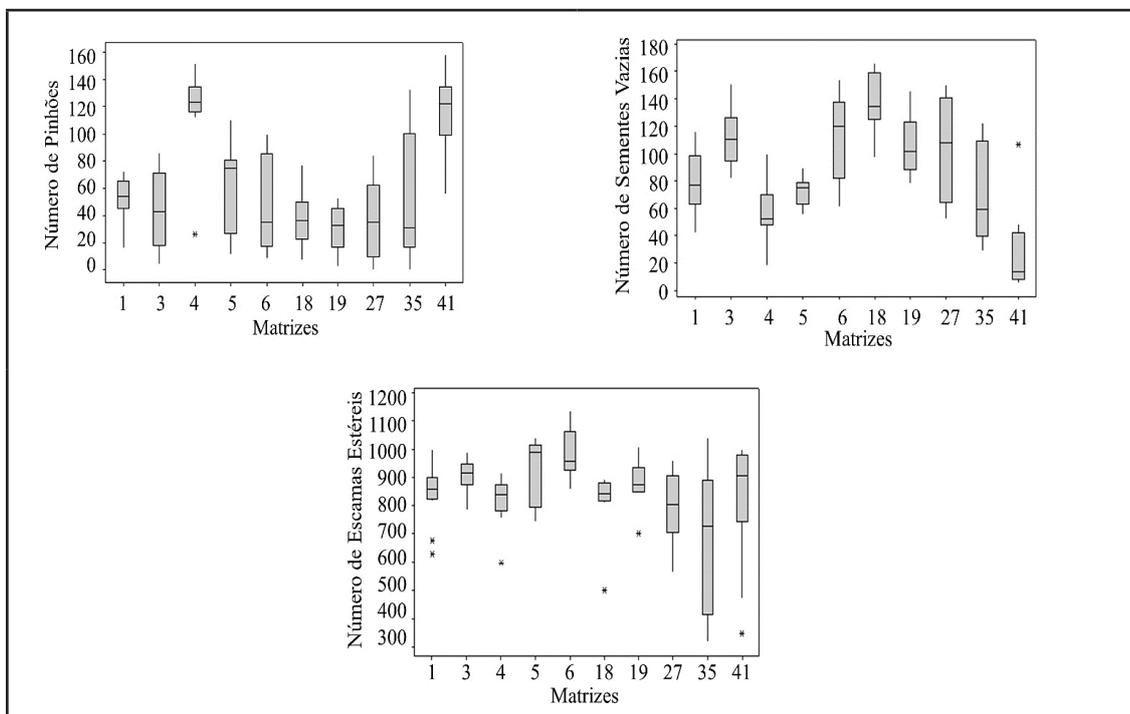
polinização, mais particularmente às dificuldades enfrentadas durante este processo. Sendo a Araucária uma espécie dióica, a presença de plantas masculinas próximas, além do número em que ocorrem, afetam fortemente a produção de sementes nas diferentes plantas. Além disso, a espécie possui produção cíclica, ou seja, um período de alta produção seguido por um período de baixa produção. Já a alta taxa de sementes vazias pode ser decorrente de abortos de óvulos em árvores jovens e similaridade genética dos genomas paternos e maternos (Sousa; Hattemer, 2003).

Cabe ressaltar que a alta produção de sementes aliada à época (durante os meses mais frios do ano) torna os pinhões um importante recurso para a fauna associada às Florestas com Araucárias. Especificamente para essas sementes, muitos animais atuam como predadores, incluindo invertebrados (besouros) e vertebrados principalmente aves e mamíferos (Andresen; Levey, 2004). Entretanto o processo de predação pode variar entre os anos e entre os diferentes locais de deposição. Neste estudo foi observada reduzida predação de sementes na área (0,08%).

A Figura 1 representa gráficos *boxplot* para o número de sementes intactas (A), número sementes vazias (B) e falhas (folhas estéreis) (C), por pinha. Os resultados são representados pela mediana e primeiro e terceiro quartil dos dados avaliados, sendo os asteriscos os valores discrepantes do resto dos dados.

Quanto ao número de sementes intactas para cada matriz (Figura 1A), somente a 4 e a 41 apresentaram diferenças significativas, com maior número médio de pinhões intactos por estróbilo (117 e 114, respectivamente). Para o número de sementes vazias (Figura 1B), apenas a matriz 41 apresentou diferença, contendo a menor média (29) de pinhões vazios. Já para o número de escamas estéreis (falhas), houve diferença somente entre as pinhas da matriz 35, a qual demonstrou maior variação dos dados (Figura 1C).

Figura 1 – Número médio de sementes intactas (A), sementes vazias (B) e de escamas estéreis (C) por pinha de *Araucaria angustifolia*



Fonte: Autores (2021)

Conforme pode ser visualizado na Tabela 2, a média geral da largura das pinhas foi de 139,92 mm (com variação mínima e máxima de 109 e 155 mm, respectivamente), seguido pelo comprimento de 162,48 mm (variação entre 119 a 225 mm) e massa fresca de 1.868,58 g (entre 617 e 2.766 g).

Tabela 2 – Valores médios, mínimos e máximos de largura (mm), comprimento (mm), espessura e massa (g) de pinhas e sementes de *Araucaria angustifolia*

Características	Média ¹	Mínimo	Máximo	Moda	CV (%)
Largura das pinhas	139,92 (±11,51)	108,71	154,73	130,8	8,2314
Comprimento das pinhas	162,48 (±22,67)	118,93	225,42	154,2	13,954
Massa das pinhas	1868,58 (±456,20)	617,44	2766,95	#N/D	24,414
Largura das sementes	18,71 (±2,11)	10,56	31,51	18,59	11,28
Comprimento das sementes	55,35 (±5,52)	20,88	74,71	54,53	9,97
Espessura das sementes	15,39 (±1,96)	7,99	23,51	14,6	12,73
Massa das sementes	6,51 (±1,59)	1,39	11,91	6,06	24,5

Fonte: Autores (2021)

Em que: CV = Coeficiente de variação. Valores representam média (± desvio-padrão).

A variável largura das pinhas apresentou um valor de moda bimodal, enquanto 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. 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. 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 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 g (23,96%).

Para sementes, o valor de moda da variável largura se repetiu 20 vezes, enquanto o valor da moda para o comprimento apareceu cerca de 11 vezes. Já os valores de moda das variáveis espessura e massa fresca apresentaram-se vinte e uma e vinte e três vezes, respectivamente. 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, a qual teve maior frequência entre 15 a 17 mm (35,72%). As variáveis comprimento e massa fresca tiveram uma distribuição simétrica com predomínio de sementes entre 53 a 57 mm e 5 a 6 g, respectivamente.

Segundo Carvalho (2002), as pinhas de *Araucaria angustifolia* possuem diâmetro entre 10 a 25 cm, composto de 700 a 1.200 escamas, com número variável de sementes (cinco a 150) e com até 4.700 g de peso. Krupek e Ribeiro (2010), avaliando matrizes da espécie provenientes de um remanescente florestal do município de Turvo, no estado do Paraná, encontraram baixa variação nas características biométricas dos estróbilos femininos, 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 g. Figueiredo Filho *et al.* (2011) observaram, em uma floresta de Araucária em Irati no Paraná, pinhas com peso de 0,718 a 3.900

g e diâmetro variando de 11,1 a 19,2 cm, ou seja, maior amplitude de variação. Tal comportamento na espécie pode estar associado ao ciclo de análise, bem como a característica genética do material. Os valores encontrados neste trabalho estão na faixa mencionada por Carvalho (2002).

As sementes (Tabela 2) possuem comprimento de 3 a 8 cm, 1 a 2,5 cm de largura e massa média de 8,7 g. 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 g. Os valores encontrados no presente trabalho mostram uma ampla variação dos resultados. De acordo com Turnbull (1975), a heterogeneidade de dados entre as matrizes pode ser ocasionada tanto devido à influência ambiental durante o desenvolvimento das sementes, quanto pela variabilidade genética. Krupek e Ribeiro (2010) e Mantovani, Morellato e Reis (2004) encontraram maiores variações nas características biométricas das sementes de Araucária entre diferentes plantas, visto que dentro de cada estróbilo a variação de comprimento, largura, espessura e massa foi baixa. Anselmini, Zanette e Bona (2006) também encontraram menor variação das características biométricas das sementes dentro das pinhas, porém observaram diferenças nos tamanhos de sementes de diferentes pinhas provenientes de galhos secundários e galhos primários dentro da mesma árvore. Isso ocorre, provavelmente, pela distribuição homogênea dos recursos dentro da pinha (Mantovani; Morellato; Reis, 2004). Entretanto, como no presente trabalho as matrizes se localizavam no mesmo fragmento florestal e estão expostas as mesmas condições climáticas e ambientais, as diferenças encontradas possivelmente correspondem a diferenças genéticas entre as matrizes.

A caracterização biométrica tem importância na taxonomia para averiguar a ocorrência de variações fenotípicas e na tabela 3 estes valores podem ser verificados. Com a análise das características pode-se observar a formação de nove grupos, tanto para estróbilos quanto para sementes (Figura 2).

Para as pinhas, as matrizes com maior similaridade (97%) foram a 3, 6 e 19, as quais apresentaram, igualmente, menores valores médios para largura, comprimento e massa fresca (Tabela 3). As matrizes 4 e 18 também apresentaram alta similaridade (97%) devido aos altos valores médios para as características biométricas avaliadas, seguida das matrizes 41 e 5 (96%) com valores médios intermediários e das matrizes 27 e 1 (95%) também com valores intermediários para as características analisadas. As matrizes 18 e 19 apresentaram maior similaridade (95%) à medida que tiveram resultados intermediários para as variáveis analisadas (Tabela 3). Em seguida, tem-se um grupo formado pelas matrizes 1 e 5 (93%) de acordo com os altos valores médios obtidos para largura, espessura, comprimento e massa fresca (Tabela 3). A matriz 4 apresentou-se isolada no dendrograma, com baixa similaridade (69%) com o grupo formado pelas outras matrizes.

Tabela 3 – Valores médios de largura (mm), comprimento (mm) e massa (g) de pinhas e sementes de matrizes de *Araucaria angustifolia*. Nas sementes também foi avaliada a espessura

Matriz	Pinhas			Sementes			
	Largura	Comprimento	Massa	Largura	Espessura	Comprimento	Massa
M1	147,90 (± 5,01)	163,79 (±13,21)	1893,70 (±213,5)	20 (±1,95)	16,7 (±1,55)	57,9 (±5,00)	7,7 (±1,33)
M3	127,70 (±5,09)	150,38 (±11,24)	1696,00 (±213,5)	17,4 (±2,24)	14,2 (±2,00)	50,4 (±5,73)	5,0 (±1,84)
M4	149,20 (±5,29)	174,17 (±21,51)	2104,30 (±282,4)	17,6 (±1,81)	14,6 (±1,69)	56,2 (±4,74)	5,6 (±1,10)
M5	137,60 (±13,49)	175,00 (±31,2)	2007,00 (±712,0)	20,1 (±1,67)	16,3 (±2,06)	57,5 (±5,22)	7,6 (±1,21)
M6	130,80 (± 6,42)	159,44 (±22,62)	1707,10 (±264,5)	17,8 (±1,71)	14,8 (±2,58)	52,6 (±4,13)	5,4 (±1,08)
M18	150,40 (±4,69)	169,68 (±25,49)	2090,00 (±373,0)	19,0 (±2,26)	16,2 (±1,91)	54,6 (±5,38)	7,0 (±1,78)
M19	144,00 (±7,89)	153,14 (±13,01)	1705,00 (±388,0)	19,2 (±1,99)	16,4 (±1,87)	54,5 (±4,29)	7,2 (±1,46)
M27	140,60 (±9,04)	171,90 (±28,16)	1919,00 (±568,0)	19,2 (±2,09)	16,1 (±1,96)	57,7 (±6,43)	7,5 (±1,69)

Continua ...

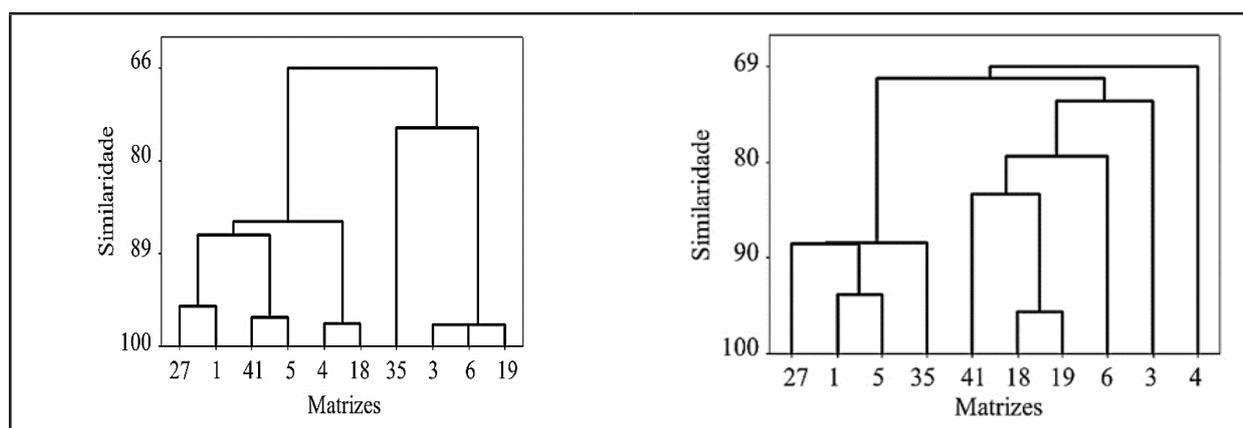
Tabela 3 – Conclusão

Matriz	Pinhas			Sementes			
	Largura	Comprimento	Massa	Largura	Espessura	Comprimento	Massa
M35	133,10 (±19,48)	141,62 (±14,12)	1549,00 (±707,0)	19,8 (±2,13)	15,6 (±1,67)	56,9 (±8,21)	7,3 (±1,52)
M41	138,10 (±8,72)	161,63 (±21,57)	1993,00 (±453,0)	18,7 (±1,82)	15,0 (±2,06)	54,0 (±4,71)	6,3 (±1,14)
MT	139,92 (±11,51)	162,48 (±22,67)	1868,58 (±456,20)	18,71 (±2,11)	15,39 (±1,96)	55,35 (±5,52)	6,51 (±1,59)

Fonte: Autores (2021)

Em que: CV = Coeficiente de variação; MT = Média total. Valores representam média (± desvio-padrão).

Figura 2 – Dendrograma de similaridade para características biométricas dos estróbilos femininos (A) e sementes (B) de *Araucaria angustifolia*



Fonte: Autores (2021)

Com relação aos dados fisiológicos, no presente estudo, as plântulas iniciaram a emergência entre 50 dias e 120 dias após início do experimento e os valores percentuais mostraram diferença significativa entre as matrizes (Tabela 4).

A matrizes 18 e 5 apresentaram porcentagens de emergência superiores (56% e 50%, respectivamente). A matriz 18 apresentou maior velocidade de emergência das plântulas (0,16), e diferiu das matrizes 3 (0,02), 27 (0,01), 35 (0,05) e 41 (0,04). O resultado do teste de tetrazólio mostrou que 100% das sementes remanescentes no teste de emergência não estavam viáveis, sendo consideradas mortas.

Tabela 4 – Porcentagem de emergência (%), índice de velocidade de emergência, diâmetro do colo (cm), comprimento de parte aérea (cm) e comprimento de raiz de plântulas (cm) de *Araucaria angustifolia*

Matriz	E	IVE	DC	C. PA	C. RAD
M1	47,50 ab	0,11 abc	4,36 ab	22,43 a	19,80 ab
M3	10,00 bc	0,02 d	3,96 b	13,61 b	21,26 ab
M4	46,25 ab	0,09 abcd	4,46 ab	15,16 b	22,70 a
M5	50,00 a	0,14 ab	4,77 ab	24,28 a	24,90 a
M6	45,00 ab	0,08 abcd	4,78 ab	15,50 b	21,80 a
M18	56,25 a	0,16 a	4,58 ab	21,80 a	21,20 ab
M19	41,25 abc	0,11 abc	4,41 ab	21,73 a	20,20 ab
M27	0,03 c	0,01 d	4,90 ab	10,00 b	16,50 ab
M35	25,00 abc	0,05 bcd	5,10 a	22,73 a	24,60 a
M41	21,25 abc	0,04 cd	4,42 ab	12,62 b	13,40 b

Fonte: Autores (2021)

Em que: E = Porcentagem de emergência; IVE = índice de velocidade de emergência; DC = diâmetro do colo; C.PA = comprimento de parte aérea; C.RAD = comprimento de raiz. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

A germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* é desuniforme e lenta (Moreira-Souza; Cardoso, 2003) e em condições controladas ocorre em 35 dias, enquanto em semeadura no solo demora entre 60 a 120 dias (Carvalho; Nakagawa, 2012). Krupek e Ribeiro (2010) avaliando 120 sementes de *Araucaria* semeadas em tubetes com substrato composto de solo e casca de pinus obtiveram germinação de 60,9%, o que foi considerada por eles como alta. Anselmini, Zanette e Bona (2006) 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. Tais dados, discrepantes, reforçam a necessidade de estudos relacionados ao potencial fisiológico dos indivíduos a serem utilizados como matriz de coleta, conforme realizado neste trabalho.

O baixo IVE da matriz 3 aliado a baixa porcentagem de emergência e massa de 100 sementes pode indicar uma menor quantidade de reservas. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), as maiores sementes possuem maior quantidade de reserva para

o desenvolvimento do eixo embrionário. Assim, sementes com mais reservas podem influenciar positivamente o estabelecimento da plântula, à medida que possibilita que sobreviva por mais tempo em determinadas condições (Santos *et al.*, 2009).

Todas as variáveis relacionadas à biometria das plântulas apresentaram diferenças significativas entre as matrizes (Tabela 3). Para o diâmetro do coleto (DC), as matrizes 3 e 35 diferiram, sendo a 35 com o maior valor médio, com 5,1 cm. Já o comprimento da parte aérea formou dois grupos que diferiram entre si em virtude de valores médios superiores (matrizes 1, 5, 18, 19 e 35) e valores médios inferiores (matrizes 3, 4, 6, 27 e 41). Para o comprimento radicular, as matrizes 4, 5, 6 e 35 diferiram da matriz 41, a qual apresentou o menor comprimento (13,4 cm).

As matrizes, novamente, evidenciaram diferença significativa nos valores relacionados à massa seca das plântulas (Tabela 5).

Tabela 5 – Massa seca da raiz (g), massa seca da parte aérea (g), massa seca das sementes remanescentes (g) e massa seca total (g) de plântulas de *Araucaria angustifolia*

Matriz	MSR	%	MSPA	%	MSS	%	MSTP
M1	0,37 (±0,11) b	9,5	0,90 (±0,34) bc	23	2,61 (±0,56) a	67,3	3,88
M3	0,27(±0,11) b	13,2	0,30 (±0,12) d	14,5	1,49 (±0,37) b	72,1	2,07
M4	0,33 (±0,10) b	12,5	0,51 (±0,29) d	19,7	1,77 (±0,49) b	67,7	2,61
M5	0,40 (±0,11) ab	11,3	1,17 (±0,37) a	32,9	1,99 (±0,46) ab	55,7	3,57
M6	0,39 (±0,12) ab	14,5	0,52 (±0,25) d	19,3	1,78 (±0,50) ab	66,0	2,70
M18	0,37 (±0,19) b	11,3	0,85 (±0,39) bc	26,0	2,04 (±0,65) ab	62,6	3,26
M19	0,35 (±0,10) b	10,2	0,96 (±0,42) ab	27,8	2,12 (±0,58) ab	61,8	3,43
M27	0,43 (±0,18) ab	12,3	0,25 (±0,10) cd	7,3	2,78 (±0,40) a	80,3	3,46
M35	0,52 (±0,15) a	15,5	0,88 (±0,33) abc	26,3	1,93 (±0,35) ab	58,0	3,33
M41	0,39 (±0,20) ab	13,6	0,35 (±0,20) d	12,0	2,15 (±0,56) ab	74,2	2,89

Fonte: Autores (2021)

Em que: MSR = massa seca da raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; MSS = massa seca das sementes remanescentes; MSTP = massa seca total de plântulas. Valores representam média (± desvio-padrão). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Houve diferença na massa seca radicular entre a matriz 35 com as seguintes: 1, 3, 4, 18 e 19. A maior produção de massa seca da parte aérea foi obtida pela matriz 5 que diferiu significativamente das seguintes: 1, 3, 4, 6 18, 27 e 41. A massa seca

das sementes remanescentes mostrou diferença entre as matrizes 1 e 27 (2,61 g e 2,78 g, respectivamente) com as matrizes 3 (1,49 g) e 4 (1,77 g). De acordo com a avaliação biométrica das plântulas, observa-se menor qualidade entre as matrizes 3, 27 e 41. Estas também foram as que apresentaram as menores taxas de transferência de massa seca das sementes para plântulas. A maior transferência foi observada na matriz 5, conforme pode ser visualizado, também na Tabela 4.

Em média, as sementes com tamanho superior foram provenientes das matrizes 1 e 5, sendo a matriz 5 a que apresentou a maior massa de 100 sementes (0,788 g), maior comprimento radicular (24,9 cm), maior comprimento da parte aérea (24,3 cm), maior massa seca da parte aérea (1,2 g) e maior transferência de massa seca da semente remanescente para a plântula, o que faz com que esta 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 o crescimento intermediário das sementes. Entretanto, apesar da matriz 18 não possuir as maiores sementes, apresentou boa qualidade fisiológica.

No que se refere às características mencionadas e analisadas, sabe-se que as plântulas que apresentam comprimentos superior são, comumente, consideradas as mais vigorosas (Nakagawa, 1999), o que ocorre devido a maior translocação de reservas dos tecidos de armazenamento para o desenvolvimento do eixo embrionário. Assim, diâmetro do coleto é uma característica importante na avaliação da sobrevivência e crescimento das mudas no campo, à medida que o maior diâmetro propicia maior capacidade de formação e formação de novas raízes (Souza *et al.*, 2006) e maior velocidade de germinação reflete indiretamente em maiores taxas de crescimento inicial de plântulas, visto que o desenvolvimento mais rápido da parte aérea e da parte radicular permite maior aproveitamento das reservas hídricas e nutricionais do solo (Guedes *et al.*, 2015). A maior transferência de massa 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).

4 CONCLUSÕES

A germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* é desuniforme e lenta, variando de 2 a 4 meses e apresenta baixo percentual de emergência. Essa desuniformidade e baixa emergência de plantas podem estar relacionadas à variabilidade genética e qualidade fisiológicas das sementes no momento da coleta, respectivamente. As matrizes 1, 5 e 18 apresentaram os melhores resultados para emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e comprimento da parte aérea. Essa resposta pode estar ligada à similaridade apresentada por essas matrizes. Testes de germinação, emergência das plântulas e tetrazólio são eficazes na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *Araucaria angustifolia* e, conseqüentemente, no processo de seleção das árvores matrizes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa CAPES/PRINT (88887.572666/2020-00) e a empresa Palmasola pelo material vegetal fornecido para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Gebrüder Borntraeger, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANDRESEN, E.; LEVEY, D. J. Effects of dung and seed size on secondary dispersal, seed predation and seedling establishment of rain forest trees. **Oecologia**, [s.l.], v. 139, p. 45-54, 2004. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1480-4>

ANSELMINI, J. I.; ZANETTE, F.; BONA, C. Fenologia reprodutiva da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, na região de Curitiba-PR. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 13, n. 1, p. 44-52, 2006.

ARAÚJO, B. A.; DA SILVA, M. C. B.; MOREIRA, F. J. C.; SILVA, K. F.; TAVARES, M. K. N. Caracterização biométrica de frutos e sementes, química e rendimento de polpa de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.). **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 1521, 2015.

BARBOSA, L. O.; COSTA, E. A.; SCHONS, C. T.; FINGER, C. A. G.; LIESENBERG, V.; BISPO, P. D. C. Individual Tree Basal Area Increment Models for Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) Using Artificial Neural Networks. **Forests**, [s.l.], v. 13, n. 7, p. 1108, 2022. <https://doi.org/10.3390/f13071108>

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: **Ciência, Tecnologia e Produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, P. E. R. Pinheiro-do-paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 2002, 17 p. (**Comunicado Técnico**, n. 60).

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-PR, v. 32, n. 72, p. 441-451, 2012. <https://doi.org/10.4336/2012.pfb.32.72.441>

DIAS, A. C. C.; PIERONI, G. B.; MARCHESAN, R.; VIEIRA, R. S.; ALMEIDA, V. C.; MORAES, C. B. QUALIDADE DA MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE LÂMINAS DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KUNTZE. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 47, p. 333-341, 2017. <https://doi.org/10.5380/rf.v47i1.50732>

HERNANDEZ, L. H.; SANTOS, F. A.; PALOMINO, E. C.; TAMBARUSSI, E. V.; MORAES, C. B. Genetic Variation of Trees of *Caryocar brasiliense* for Fruit Morphometric Traits. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 28, p. e20180097, 2021. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2018-0097>

ERICKSON, V. J.; HALFORD, A. Seed planning, sourcing, and procurement. **Restoration Ecology**, [s.l.], v. 28, n. S3, p. S219-S227, 2020. <https://doi.org/10.1111/rec.13199>

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. <https://doi.org/10.5380/rf.v41i1.21196>

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-RS, v. 24, n. 4, p. 857-867, 2014. <https://doi.org/10.1590/1980-509820142404006>

GERBER, D.; BRUN, E. J.; TOPANOTTI, L. R.; FERREIRA, J. J.; PORRUA, D. A. GORENSTEIN, M. R.; JUNIOR, A. W. Genetic variability of *Araucaria angustifolia* Bertol. initial growth: subsidy to the formation of seed orchards. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 1, e64058, p. 310-332, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509841712>

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T. R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancronia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 31-40, 2013. <https://doi.org/10.19084/rca.16280>

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 cearenses*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 36, n. 4, p. 2373-2381, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373>

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**, Guarapuava-PR, v. 12, n. 1, p. 73-88, 2010.

LEÃO, N. V. M.; ARAÚJO, E. A. A.; SHIMIZU, E. S. C.; FELIPE, S. H. S. Características biométricas e massa de frutos e sementes de *Lecythispisonis cambess*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 13, n. 24, p. 167-175, 2016. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2016B_015

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

MANTOVANI, A.; MORELLATO, P. C.; REIS, M. S. Reproductive phenology and seed production of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000400017>

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

MEDINA-MACEDO, L.; SEBBENN, A. M.; LACERDA, A. E. B.; RIBEIRO, J. Z.; SOCCOL, C. R.; BITTENCOURT, J. V. M. High levels of genetic diversity through pollen flow of the coniferous *Araucaria angustifolia*: A landscape level study in Southern Brazil. **Tree Genetics & Genome**, [s.l.], v. 11, n. 814, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11295-014-0814-1>

MEDINA-MACEDO, L.; LACERDA, A. E. B.; SEBBENN, A. M.; RIBEIRO, J. Z.; SOCCOL, C. R.; BITTENCOURT, J.V.M. Using genetic diversity and mating system parameters estimated from genetic markers to determine strategies for the conservation of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae). **Conservation Genetics**, [s.l.], v.17, p. 413-423, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10592-015-0793-2>

MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E. J. B. N. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze seeds. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v. 60, n. 2, p. 389-392, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162003000200025>

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: RYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 1-24, 1999.

SANTOS, F. S.; 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-SP, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.

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-PR, v. 41, p. 18-36, 2000.

SILVA, J. N.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, M. L. S.; PÁDUA, G. V. G.; SILVA, M. J.; RODRIGUES, M. H. B. S.; BERNARDO, M. K. F.; CRUZ, J. M. F. L.; SOUZA, A. G.; ARAÚJO, L. D. A. Caracterização morfológica de frutos e sementes em uma população natural de *Hymenaea martiana* Hayne. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 50, e3929, 2022. <https://doi.org/10.18671/scifor.v50.44>

SILVA, R. M.; RIBEIRO, R. T. M.; COUTINHO, D. J. G.; SILVA, S. I.; GALLÃO, M. I. Caracterização de frutos, sementes, plântulas e germinação de Jeniparana. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 61, n.5, p. 746-751, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461050019>

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; FILHO, S. M.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUSA, V. A.; HATTEMER, H. H. Fenologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia* no Brasil. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo-PR, v. 47, p. 19-32, 2003.

ROQUE, R. H.; SEBBENN, A. M.; BOSCHER, D. H.; FIQUEIREDO FILHO, A.; TAMBARUSSI, E. V. Logging Affects Genetic Diversity Parameters in na *Araucaria angustifolia* Population: An Endangered Species in Southern Brazil. **Forests**, [s.l.], v. 14, n. 5, p. 1046. 2023. <https://doi.org/10.3390/f14051046>

PIRESNETO, P. A. F.; PIRES, V. C. M.; MORAES, C. B.; PORTELLA, A. C. F.; OLIVEIRA, L. M.; NAKAGAWA, J. Physiological ripening of *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan seeds. **Journal of Seed Sciences**, [s.l.], v. 38, p. 155-160, 2016. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n2153112>

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.

WREGG, M. S.; SOUZA, V. A.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; AGUIAR, A. V. Predicting Current and Future Geographical Distribution of *Araucaria* in Brazil for Fundamental Niche Modeling. **Environment and Ecology Research**, [s.l.], v. 4, n. 5, p. 269-279, 2016. <https://doi.org/10.13189/eer.2016.040506>

Contribuição de Autoria

1 Victória Campos Monteiro Pires

Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-3642-1881> • victoriacmpires@hotmail.com

Contribuição: Conceitualização; Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original

2 Cristiane Carvalho Guimarães

Bióloga, Doutora em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0003-4668-9643> • criscgbiologia@hotmail.com

Contribuição: Análise de dados; Redação do manuscrito original

3 Thatiele Pereira Eufrazio de Moraes

Graduanda do curso de Engenheiro Florestal

<https://orcid.org/0000-0003-0747-2716> • tatieleeufrazio@uft.edu.br

Contribuição: Escrita – revisão e edição

4 Luiz Fernandes Silva Dionisio

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-4324-2742> • fernandesluiz03@gmail.com

Contribuição: Escrita – revisão e edição; Análise de dados

5 Cristiano Bueno de Moraes

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0001-6988-0622> • cbmoraes@uft.edu.br

Contribuição: Escrita – revisão e edição; Conceitualização

6 Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

Agrônomo, Doutor em Fisiologia Vegetal

<https://orcid.org/0000-0001-6454-1488> • amaraldasilva@fca.unesp.br

Contribuição: Conceitualização; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Supervisão; Redação do manuscrito original

Como citar este artigo

PIRES, V. C. M.; GUIMARÃES, C. C.; MORAES, T. P. E.; DIONISIO, L. F. S.; MORAES, C. B.; SILVA, E. A. A. Caracterização morfofisiológica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze para identificação de árvores matrizes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 34, n. 4, e68288, p. 1-22, 2024. DOI 10.5902/1980509868288. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509868288>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.