



ARTIGO

Efeito da disponibilidade hídrica sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze

Fabíola Luana Soares¹ e Rogério Antonio Krupek^{1*}

Recebido: 01 de fevereiro de 2019 Recebido após revisão: 13 de setembro de 2019 Aceito: 03 de outubro de 2019

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/scerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/4225>

RESUMO: (Efeito da disponibilidade hídrica sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze). As sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze apresentam elevada importância ecológica e econômica, principalmente na região sul do Brasil, onde ocorrem naturalmente com relativa abundância. Vários estudos desenvolvidos versam sobre aspectos referentes ao armazenamento e germinação das sementes desta espécie. Embora saiba-se que as mesmas sejam recalcitrantes e que o teor de água seja importante, estudos referentes à disponibilidade hídrica no ambiente são inexistentes. Neste sentido, o presente estudo avaliou o efeito do potencial hídrico sobre o processo de germinação de sementes de *A. angustifolia*. Foram testados doze tratamentos com diferentes potenciais hídricos (0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 MPa). Em cada um dos tratamentos foram dispostas 50 sementes (25 inteiras e 25 escarificadas) e avaliada a taxa de germinação. Os resultados mostraram que o potencial hídrico influenciou inversamente a taxa de germinação, mesmo que a porcentagem de água dentro das sementes não tenha apresentado variação significativa. Embora a disponibilidade hídrica no ambiente não interfira no processo de absorção de água, parece dificultar a germinação das sementes, provavelmente diminuindo a viabilidade fisiológica das mesmas.

Palavras-chave: pinhão, potencial hídrico, pinheiro do Paraná.

ABSTRACT: (Effect of water availability on the seed germination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze). Seeds of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze are of high ecological and economic importance, especially in southern Brazil, where they occur naturally with relative abundance. Several studies have focused on the germination and storage of this species seeds. Although it is known that *A. angustifolia* seeds are recalcitrant and that water content is important for their germination, studies on water availability in the environment are non-existent. In that sense, we evaluated the effect of water potential on the germination of *A. angustifolia* seeds. Twelve treatments with different water potentials (0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1.0 MPa) were tested. A total 50 seeds (25 whole and 25 scarified) were allocated for each treatment and the germination rate was evaluated. Our results showed that water potential influenced inversely the germination rate, even with the moisture content inside seeds showing no significant variation. Although water availability in the environment does not interfere with water absorption, it does seem to hinder seed germination, probably reducing seed physiological viability.

Keywords: pinhão, water potential, Paraná pine.

INTRODUÇÃO

A espécie *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae), conhecida como pinheiro do Paraná, é a gimnosperma nativa mais popular do território brasileiro. É uma espécie típica das florestas subtropicais do sul do Brasil (Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucária, pertencente ao bioma Floresta Atlântica), ocorrendo desde o Rio Grande do Sul até regiões serranas de Minas Gerais e Rio de Janeiro (Lima & Capobianco 1997, Hennipman *et al.* 2017, Moreira-Souza & Cardoso 2003).

Devido às suas características particulares, a Araucária apresenta grande relevância ecológica, econômica e social na sua região de ocorrência natural e, por isso, diversos esforços têm sido conduzidos a fim de propagar e conservar a espécie (Balbuena *et al.* 2011, Araldi & Coelho 2015, Schlögl *et al.* 2007). A obtenção de mudas a partir da semente (popularmente conhecida como pinhão) é a prática mais comumente utilizada, embora a perda da viabilidade e vigor ocorra em pouco tempo, portanto o seu uso em eventos de reflorestamento deve ser realizado rapidamente (até cerca de 45 dias após a

dispersão) (Prange 1963, Aquila & Ferreira 1984, Eira *et al.* 1994, Vernalha *et al.* 1972, Araldi & Coelho 2015, Hennipman *et al.* 2017).

As sementes da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze são consideradas recalcitrantes, possuem um alto grau de umidade após a maturação, mas se forem expostas a altas temperaturas, gastam muita energia respirando e sofrem desidratação tornando-se inviáveis (Garcia *et al.* 2014). Além disso, a semente possui um alto valor nutritivo sendo amplamente consumida na região, o que dificulta ainda mais a sua dispersão e consequente formação de novos indivíduos. Segundo Tompsett (1984), a semente da *A. angustifolia* deixa de germinar quando o teor de água cai abaixo de 40%. Desta forma, o conteúdo de água dentro da semente, além das condições ambientais (temperatura e disponibilidade hídrica) durante o processo germinativo são primordiais para o sucesso reprodutivo da espécie. Levando em conta tais condições, este trabalho teve como principal objetivo avaliar a germinação da semente de *A. angustifolia* submetidas a diferentes potenciais hídricos.

1. Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória. Colegiado de Ciências Biológicas. Praça Coronel Amazonas, s/no, CEP 84600-185, União da Vitória, PR, Brasil.

*Autor para contato. E-mail: rogerio.krupek@unespar.edu.br

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas neste estudo foram obtidas de estróbilos femininos maduros (pinhas) provenientes de plantas nativas da região de União da Vitória, Paraná. Um total de cinco estróbilos foram coletados e armazenados em laboratório, à temperatura ambiente, até o início da liberação das sementes, quando as escamas (megaesporófilos) foram separadas em falhas (não polinizadas), chochas (não fertilizadas) e sementes (pinhões). Estas últimas foram armazenadas em sacolas plásticas e mantidas em refrigerador ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,90\%$ de umidade) até o momento da montagem do experimento (após cinco dias). Os estróbilos femininos apresentaram medidas entre 9,9 – 15,8 cm de comprimento e 11,9 – 14,9 cm de largura. Destes foram retiradas um total de 300 sementes as quais foram pesadas em balança analítica (precisão de $\pm 0,01$ g) e caracterizadas morfológicamente (comprimento, largura e espessura). Os valores obtidos foram: $5,3 \pm 0,71$ cm de comprimento; $1,8 \pm 0,39$ cm de largura; $1,5 \pm 0,31$ cm de espessura e $7,74 \pm 1,68$ g de peso fresco.

Previamente, conforme descrito por Moreira-Souza & Cardoso (2003), as sementes foram mergulhadas em recipiente com água, sendo que, aquelas que flutuaram foram descartadas. Posteriormente, as sementes selecionadas foram tratadas com uma solução de hipoclorito de sódio (2%), durante 30 minutos e lavadas em água corrente. Todas as sementes foram então pesadas (em balança analítica com precisão de 0,001 g) e aleatoriamente divididas em dois lotes (1 e 2) de 150 sementes cada. O lote 1 constituiu de sementes intactas enquanto o lote 2 foi formado por sementes escarificadas. A escarificação constituiu-se da remoção de aproximadamente 3mm do ápice da semente (Moreira-Souza & Cardoso 2003).

As sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel “germitest”, umedecidas com volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, armazenadas dentro de caixas plásticas transparentes e mantidas em estufa incubadora do tipo BOD sob temperatura constante de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas. Durante o período de avaliação não houve reumedecimento do substrato e, periodicamente, foi realizado o rodízio das caixas plásticas nas bandejas e destas na incubadora. Os procedimentos metodológicos foram baseados em Coimbra *et al.* (2007), Garcia *et al.* (2014), Moreira-Souza & Cardoso (2003). Os tratamentos foram dispostos conforme a Tabela 1.

Os diferentes potenciais hídricos avaliados foram obtidos a partir de uma solução diluída de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) em água destilada a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, conforme Villela *et al.* (1991). Para a obtenção dos potenciais hídricos de 0 MPa; -0,2 MPa; -0,4 MPa; -0,6 MPa; -0,8 MPa e -1,0 MPa, as soluções foram compostas, respectivamente de 0 g, 120 g, 180 g, 225 g, 260 g e 295 g de PEG 6000 por litro de água destilada.

As avaliações foram realizadas num intervalo de cinco dias, até o processo de germinação cessar completamente (20 dias) em todos os tratamentos (para garantir que a germinação cessou completamente, as sementes foram mantidas no experimento por mais 20 dias após a última

Tabela 1. Tratamentos utilizados durante a análise de germinação de sementes de *A. angustifolia*.

Tratamento	Tipo da semente	Potencial hídrico da solução
1	Inteira	0 Mpa
2	Escarificada	0MPa
3	Inteira	-0,2MPa
4	Escarificada	-0,2MPa
5	Inteira	-0,4MPa
6	Escarificada	-0,4MPa
7	Inteira	-0,6MPa
8	Escarificada	-0,6MPa
9	Inteira	-0,8MPa
10	Escarificada	-0,8MPa
11	Inteira	-1,0MPa
12	Escarificada	-1,0MPa

semente germinada). Foram consideradas germinadas as sementes com protrusão da raiz primária de no mínimo 2mm de comprimento (Brasil 2009). Para todas as sementes, assim que germinadas foram retiradas e aferidos o seu respectivo peso fresco e peso seco, após secagem em estufa a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 72 horas. O peso foi obtido utilizando-se balança analítica (0,001g de precisão). A diferença entre peso fresco e seco foi utilizada para calcular o conteúdo de água de cada semente.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância, que não indicou necessidade de transformação dos mesmos. Procedeu-se, assim, à análise de variância a 5% e, em caso de significância, o teste de Tukey ($p < 0,05$), para verificar possíveis diferenças entre os tratamentos. Para tal, considerou-se o número de sementes germinadas em cada data de averiguação (5, 10, 15 e 20 dias após a semeadura). Diferenças nas técnicas de germinação (sementes inteiras X sementes escarificadas) foram também obtidas através da Análise de Variância, tanto para o número de sementes germinadas quanto para o conteúdo de água. Em adição, a influência do potencial hídrico no processo de germinação de sementes foi avaliada através da análise de regressão linear simples ($p < 0,05$). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Paleontological Statistics PAST (Hammer *et al.* 2010).

RESULTADOS

O processo de germinação das sementes de *A. angustifolia* cessou em todos os tratamentos após 20 dias, sendo notável a diferença entre eles, principalmente quando comparados aos tratamentos com potencial hídrico de 0 MPa (1 e 2) (Fig. 1).

Tanto o início do processo de germinação quanto o tempo máximo (20 dias) pode ser considerado precoce, embora o tempo de germinação para a espécie seja bastante variável, conforme descrito por diferentes autores. Para alguns (Caçola *et al.* 2006, Garcia *et al.* 2014), sementes de *A. angustifolia* apresentam um processo de

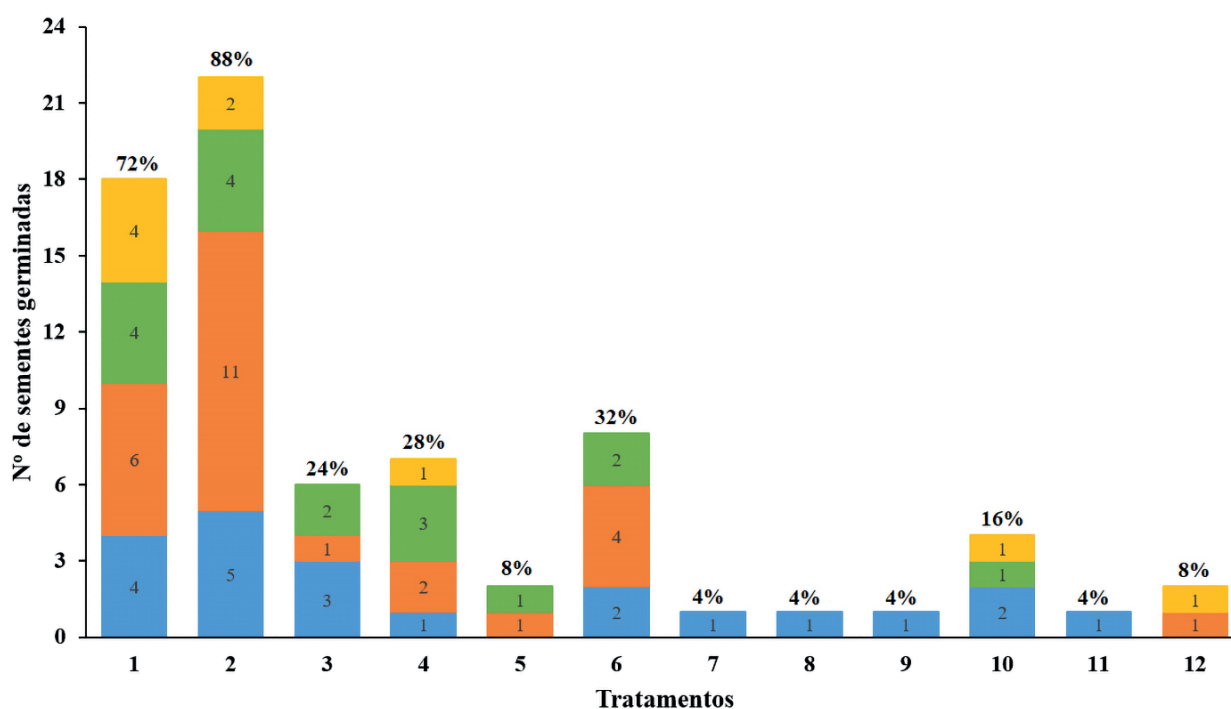


Figura 1. Número e porcentagem de sementes germinadas de *A. angustifolia* em cada um dos tratamentos avaliados ao longo do tempo (■ = após 5 dias; ■ = após 10 dias; ■ = após 15 dias; ■ = após 20 dias de instalação do experimento).

germinação lento, com o início do processo por volta de 30 dias. Já Wendling *et al.* (2017) descrevem o processo como rápido, variando de 10 a 20 dias entre semeadura e germinação.

Apesar da divergência entre os resultados obtidos neste estudo e aqueles apresentados por outros autores, a porcentagem de germinação obtida no tratamento controle é similar. Tal distinção estaria relacionada, provavelmente, às características particulares das sementes ou das condições e tempo de armazenamento. O pouco tempo de armazenamento em ambiente refrigerado, pode ter contribuído, tanto para a diminuição da perda de água das sementes (Garcia *et al.* 2014) quanto para a manutenção da taxa respiratória em níveis satisfatórios (Amarante *et al.* 2007), já que a atividade respiratória constante está associada à manutenção do metabolismo acelerado em sementes, refletindo no rápido crescimento do embrião e consequente germinação. Caçola *et al.* (2006) salientam ainda que este tipo de armazenamento pode ser responsável pela quebra de dormência secundária dos embriões de *A. angustifolia*. Em adição, este tipo de procedimento (armazenamento refrigerado em embalagens plásticas) contribui com a uniformização do processo germinativo (Piriz-Carrillo *et al.* 2003), fato este percebido sutilmente neste experimento.

Outro fator que pode ser levado em consideração, neste caso, são as características do substrato. Segundo Aquila & Ferreira (1984), as sementes de Araucária são sensíveis ao substrato, sendo que os mesmos recomendam o uso de solos do tipo arenoso, que apresentam maior disponibilidade de água (não adsorvida nos colóides) e oxigênio. Considerando que, neste estudo, as sementes

foram dispostas em papel absorvente umedecido (altas taxas de água e O_2), o curto prazo para a germinação das sementes é perfeitamente justificado.

Os resultados da Análise de Variância ($F=5.361$; $p < 0,01$) confirmados pelo teste de Tukey (Fig. 2) comprovam a influência do potencial hídrico no processo de germinação de sementes de *A. angustifolia*. Enquanto os tratamentos 1 e 2 (ambos com 0 MPa de potencial hídrico) apresentaram uma taxa de germinação de 72% e 88% respectivamente, os demais tratamentos mostraram uma taxa de germinação muito menor (entre 4% e 32%). Considerando que, nas melhores condições de armazenamento, as taxas de germinação de sementes de *A. angustifolia* está em torno de 79% (Wendling & Zanette 2017), os valores obtidos devem-se à variação do potencial hídrico presente nos diferentes tratamentos.

Assim como discutido acima, embora altas taxas de água já estejam presentes nos pinhões pós dispersão, a disponibilidade hídrica do ambiente é um fator imprescindível ao processo de germinação (Aquila & Ferreira 1984).

O fato das sementes de *A. angustifolia* serem recalcitrantes já é bem conhecido e descrito na literatura (Fowler *et al.* 1999, Wendling & Zanette 2017), sendo sua viabilidade associada à sensibilidade quanto à dessecação (Amarante *et al.* 2007). Neste caso, os resultados obtidos neste estudo são completamente coerentes. Esperava-se que um menor potencial hídrico do ambiente em relação àquele presente nas sementes (conforme altos valores de conteúdo de água) dispostas para germinação promovesse uma contínua perda de água por parte das sementes e, consequentemente, perda da viabilidade. Os

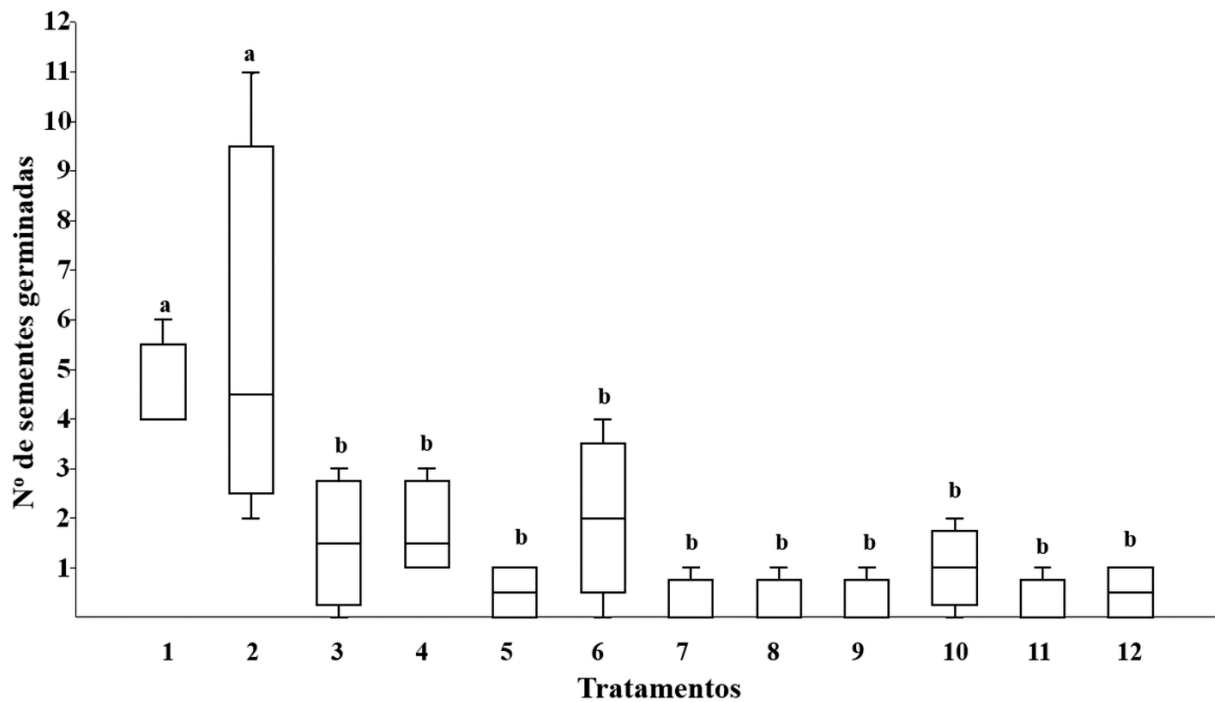


Figura 2. Comparação entre os diferentes tratamentos avaliados para a germinação de sementes (após 20 dias de averiguação) de *A. angustifolia*. Valores médios, 1º e 3º quartis e mínimos e máximos estão representados. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

valores do conteúdo de água nos pinhões germinados nos diferentes tratamentos, entretanto, não comprovam o previsto (Fig. 3).

O conteúdo médio de água presente nas sementes foi de $48,3\% \pm 3,00$, sem distinção evidente entre os diferentes tratamentos analisados. Considerando que o nível crítico

de umidade para a perda de viabilidade em sementes de *Araucária* varia entre 38-40% (Eira *et al.* 1994, Tompsett 1984), pode-se considerar que as sementes avaliadas permaneceram potencialmente passíveis de germinação em todos os tratamentos, independente do potencial hídrico do meio. Desta forma, a ação negativa do potencial

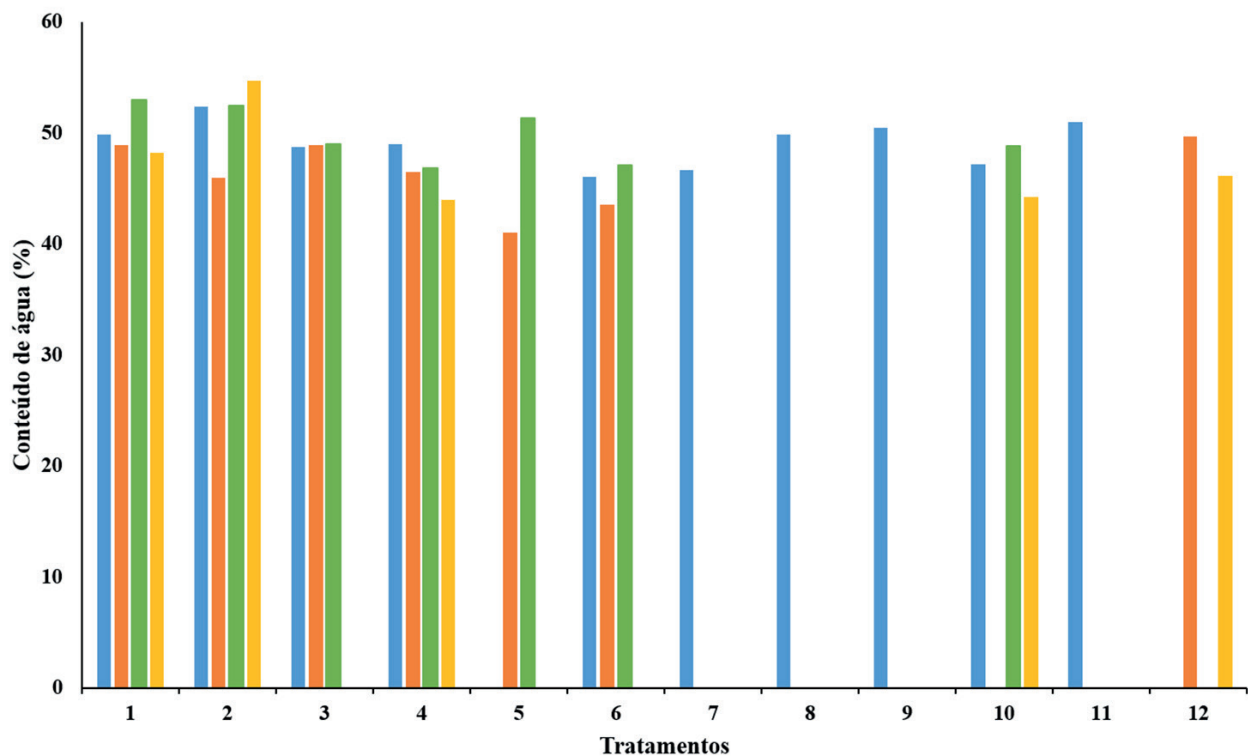


Figura 3. Conteúdo de água (%) das sementes germinadas de *A. angustifolia* nos diferentes tratamentos avaliados ao longo do tempo (■ = após 5 dias; ■ = após 10 dias; ■ = após 15 dias; ■ = após 20 dias). Ausência de barra significa ausência de germinação de sementes no período.

hídrico evidenciado na taxa de germinação de sementes não se deve ao processo de perda de água e consequente viabilidade dos pinhões.

Sementes ortodoxas são influenciadas diretamente pelo potencial hídrico durante o processo de germinação, pois um suprimento adequado de água é necessário à reabsorção e retomada das atividades metabólicas (Gondin *et al.* 2015). Sementes recalcitrantes, entretanto, não apresentam tal necessidade, como percebido nos valores de conteúdo de água obtidos para Araucária neste estudo. Garcia *et al.* (2014) ressaltam que sementes recém colhidas de *A. angustifolia* e mesmo após longo período de germinação (70 dias) apresentam um alto teor de água (45%), sendo que este fator parece não interferir na viabilidade das sementes. Desta forma, outro fator pode ter contribuído para a ausência de germinação em potenciais hídricos baixos, talvez algum mecanismo de percepção da umidade do ambiente ao entorno da semente, embora estudos específicos sejam necessários para tal constatação.

Embora não tenham sido obtidas diferenças significativas entre as duas técnicas de escarificação (Figs. 4A e B) quanto ao número de sementes germinadas ($F=1,40$; $p>0,05$) e conteúdo de água ($F=0,49$; $p>0,05$), provavelmente devido à grande variação dos valores obtidos, as médias apresentaram diferenças notáveis, sendo o número de sementes germinadas substancialmente maior nas sementes escarificadas ($X=2,8\pm1,06$) que nas sementes inteiras ($X=2\pm1,15$) (Fig. 4A). De modo contrário, o conteúdo de água foi, em média, maior nas sementes inteiras ($X=48,8\pm1,84$) que nas sementes escarificadas ($X=47,9\pm2,0$) (Fig. 4B).

Notadamente o envoltório das sementes de Araucária apresenta um impedimento mecânico ao desenvolvimento do embrião (Ferreira & Handro 1979), característica esta visualmente reconhecida devido ao espesso tegumento

protetor que recobre as sementes de *A. angustifolia*. Estudos demonstram que a remoção de parte do tegumento acarreta um acréscimo na taxa de germinação de mais de 30%. Moreira-Souza & Cardoso (2003) registraram um aumento na germinação de 60% para 92% comparando-se sementes inteiras e escarificadas, respectivamente. Da mesma forma, Aquila & Ferreira (1984) já haviam obtido resultado similar (34% vs. 69% de taxa de germinação entre sementes inteiras e escarificadas). Tais resultados foram explicados pela ação mecânica exercida pelo tegumento, dificultando a expansão radicular durante o processo inicial de germinação (Ferreira & Handro 1979, Cunha *et al.* 1991).

A técnica de escarificação utilizada neste estudo (corte de aproximadamente 3 mm da ponta da casca da semente) é amplamente descrita como um mecanismo capaz de ampliar o potencial e precocidade da germinação, além de produzir plântulas mais uniformes (Caçola *et al.* 2006, Hennipman *et al.* 2017, Moreira-Souza & Cardoso 2003).

Os resultados obtidos neste estudo, não tão evidentes quanto à influência do tegumento no processo de germinação, devem-se provavelmente, a influência do potencial hídrico do meio ao qual as sementes foram submetidas. A maior porcentagem na perda de água por parte das sementes escarificadas estão de acordo com estes resultados.

Com base na análise de regressão linear, apenas 20,2% da variação no conteúdo de água das sementes foi explicada pelo potencial hídrico ($F=0,160$; $p<0,05$), enquanto 66,1% da germinação de sementes foi explicada pelo potencial hídrico ($F=10,75$; $p<0,05$), sendo que, em ambos os casos, a relação foi contrária com maior taxa de germinação e conteúdo de água quanto menor o potencial hídrico (Figs. 5A e B).

Tais resultados confirmam a influência da disponibi-

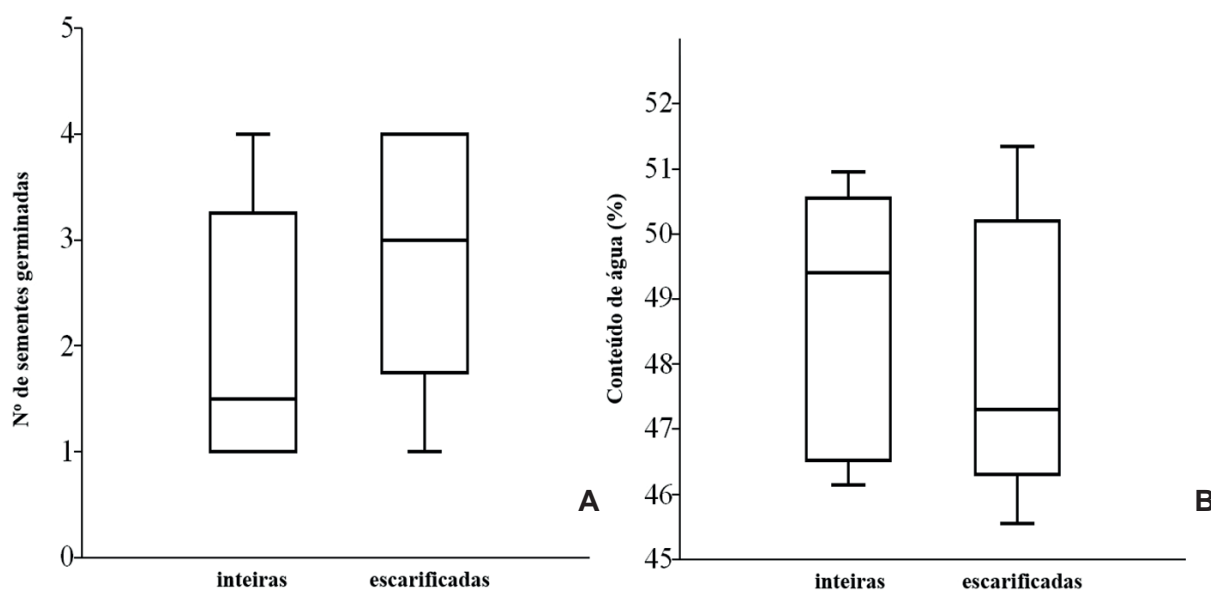


Figura 4. Valores máximo, mínimo, primeiro e terceiro quartis e mediana obtidos para o número de sementes germinadas (A) e conteúdo de água (B) nas duas técnicas utilizadas (sementes inteiras e escarificadas) para a análise da germinação de sementes de *A. angustifolia* durante todo o período de análise (20 dias).

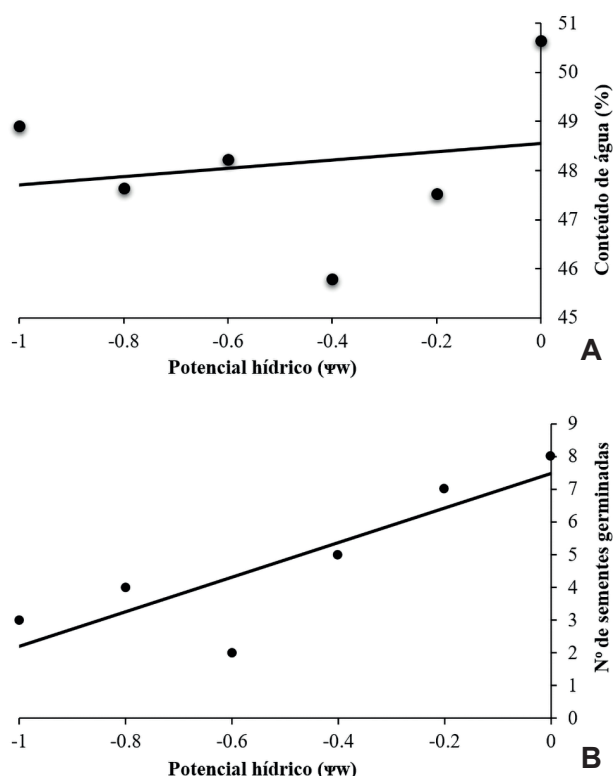


Figura 5. Relação entre a variação no potencial hídrico do meio e o conteúdo de água (A) e número de sementes germinadas (B) de *A. angustifolia* durante todo o período avaliado (20 dias).

lidade hídrica do meio sobre o processo de germinação de sementes em *A. angustifolia*. Alguns autores como Suiter Filho (1966) e Caçola *et al.* (2006) salientam que as sementes de *A. angustifolia* apresentam maior qualidade fisiológica quando conservadas em ambientes com umidade relativa em torno de 80%. Tais condições reforçam a importância da disponibilidade hídrica no processo de germinação das sementes desta espécie.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C., TALAMINI, C. V., MOTA, S., MEGGUER, C. A. & IDE, G. M. 2007. Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. *Ciência Rural*, 37(2): 346-351.
- AQUILA, M. E. A. & FERREIRA, A. G. 1984. Germinação de sementes escarificadas de *Araucaria angustifolia* em solo. *Ciência e Cultura*, 36: 1583-1589.
- ARALDI, C. G. & COELHO, C. M. M. 2015. pH do exsudato na avaliação da viabilidade de sementes de *Araucaria angustifolia*. *Floresta e Ambiente*, 22(3): 426-433.
- BALBUENA, T. S., JO, L., PIERUZZI, F. P., DIAS, L. L. C., SILVEIRA, V. & SANTA-CATARINA, C. 2011. Differential proteome analysis of mature and germinated embryos of *Araucaria angustifolia*. *Phytochemistry*, 72(4-5): 302-311.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNTA/DNDV/CLAV. 399 p.
- CAÇOLA, A. V., AMARANTE, C. V. T., FLEIG, F. D. & MOTA, C. S. 2006. Qualidade fisiológica de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.). Kuntze submetidas a diferentes condições de armazenamento e a escarificação. *Ciência Florestal*, 16(4):391-398.
- COIMBRA, R. A., TOMAZ, C. A., MARTINS, C. C. & NAKAGAWA, J. 2007. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(1):92-97.
- CUNHA, R., EIRA, M. T. S. & SALOMÃO, A. N. 1991. Metodologia para determinação do grau de umidade de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Informativo ABRATES*, 1: 87.
- EIRA, M. S. T., SALOMÃO, A. N., CUNHA, R., CARRARA, D. K. & MELLO, C. M. C. 1994. Efeito do teor de água sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. - Araucariaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, 16: 71-75.
- FERREIRA, A. G. & HANDRO, W. 1979. Aspects of seed germination in *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Revista Brasileira de Botânica*, 2: 7-13.
- FOWLER, J. A. P., BIANCHETTI, A. & ZANON, A. 1999. *Conservação de sementes de pinheiro-do-paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ.
- GARCIA, C., COELHO, C. M. M., MARASCHIN, M. & OLIVEIRA, L. M. 2014. Conservação da viabilidade e vigor de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze durante o armazenamento. *Ciência Florestal*, 24(4): 857-866.
- GONDIN, J. C., SILVA, J. B. DA., ALVES, C. Z., DUTRA, A. S. & JUNIOR, L. E. 2015. Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Caesalpinaceae) em diferentes substratos e sombreamento. *Revista Ciência Agronômica*, 46(2): 329-338.
- HAMMER, O., HARPER, D. A. T., RIAN, P. D. Past: palaeontological statistics software package for education and data analysis. Version 1.37. Disponível em: <http://palaeoelectonica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>.
- HENNIPMAN, H. S., SANTOS, A. F. DOS, VIEIRA, E. S. N. & AUER, C. G. 2017. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Araucária* durante armazenamento. *Ciência Florestal*, 27(2): 643-654.
- LIMA, A. R. & CAPOBIANCO, J. P. R. 1997. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação. São Paulo: Instituto Sócio Ambiental. (Documentos do ISA n.4.).
- MOREIRA-SOUSA, M. & CARDOSO, E. J. B. N. 2003. Practical method for germination of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. seeds. *Scientia Agricola*, 60(2): 389-391.
- PIRIZ-CARRILLO, V., CHAVES, A., FASSOLA, H., & MUGRIDGE, A. 2003. Refrigerated storage of seeds of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze over a period of 24 months. *Seed Science and Technology*, 31: 411-421.
- PRANGE, P. W. 1963. Estudo de conservação do poder germinativo das sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, 16: 43-53.
- SCHLÖGL, P. S., SOUZA, A. P. & NODARI, R. O. 2007. PCR-RFLP analysis of non-coding regions of cpDNA in *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Genetics and Molecular Biology*, 30(2): 423-427.
- SUITER FILHO, W. 1966. *Conservação de sementes de Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Piracicaba: ESALQ. 17 p.
- TOMPSETT, P. B. 1984. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. *Annals of Applied Botany*, 105(3): 581-586.
- VERNALHA, M. M., LEAL, J., GABARDO, L. C., ROCHA, M. A. L. & SILVA, R. P. 1972. Considerações sobre a semente de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Acta Biológica Paranaense*, 1: 39-96.
- VILLELA, F. A., DONI FILHO, L. & SIQUEIRA, E. L. 1991. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26(11/12): 1957-1968.
- WENDLING, I. & ZANETTE, F. 2017. *Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios*. Brasília, DF: Embrapa, 159 p.
- WENDLING, I., STUEPP, C. A. & ZANETTE, F. 2017. Produção de mudas de araucária por semente. In: WENDLING, I., ZANETTE, F. (Edi.). *Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios*. Brasília, DF: Embrapa, 159 p.