

PROPRIEDADES FÍSICAS DE SEMENTES DE FAVA TAMBORIL (*Enterolobium maximum* Ducke)

SILVA, E. J. S. da¹, ARAUJO, D. G.², SENADO, J. A. V.³, GADOTTI, G. I.⁴,
PINHEIRO, R. M.⁵

¹ Engenheiro Florestal, mestrando em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS. elsonjrsouza@hotmail.com

² Doutora em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA. denaraujo@hotmail.com

³ Engenheira Florestal, mestranda em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. jessysenado@usp.br

⁴ Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS. gizeleingrid@gmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, doutorando em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS. romario.ufacpz@hotmail.com

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A alta variabilidade morfológica em sementes de espécies florestais associada a escassez de informação impossibilita a determinação de uma padronização a ser seguida em estudos de análise e dificulta a implementação de estratégias que possam otimizar os projetos de pós colheita. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades físicas de sementes de *Enterolobium maximum* por meio de suas dimensões lineares. Foi utilizado 150 sementes, dividida em três repetições com 50 sementes. A partir da mensuração do comprimento, largura, espessura pode-se estimar as propriedades físicas. Os parâmetros foram comparados pelo teste t de Student e foi realizado estudo de correlação de spearman (Cs). Existem diferenças significativas entre os valores máximos e mínimos dos atributos físicos e biométricos das sementes de *E. maximum*, com grande variação na massa das sementes. O comprimento, a largura e a espessura das sementes mostraram predominância nas classes de 16,25-22,9 mm, 5,5- 6,8 mm e 9,3-11,07 mm, respectivamente. Em geral, a relação entre a dimensão linear e as propriedades físicas das sementes de *E. maximum* apresentam uma correlação moderada ($0,3 \leq Cs \leq 0,65$) e forte ($0,7 \leq Cs \leq 1$).

PALAVRAS-CHAVE: biometria, variabilidade morfológica, sementes florestais

ABSTRACT: The high morphological variability in forest species seeds associated with a scarcity of information prevents the determination of a standardization to be followed in analysis studies and difficulty in implementing strategies that can optimize post-harvest projects. Thus, the present study aimed to analyze the physical properties of *Enterolobium maximum* seeds through their linear dimensions. A total of 150 seeds were evaluated, divided into three groups with 50 seeds. From the measurement of length, width, thickness, the physical properties of the seeds can be estimated. The variables were compared using the Student's t test and a spearman correlation (Sc) study was performed. There are significant differences between

the maximum and minimum values of the physical and biometric attributes of *E. maximum* seeds, with high variation in the seed mass. Length, width and thickness of the seed showed predominance in the classes of 16.25-22.9 mm, 5.5- 6.8 mm and 9.3-11.07 mm, respectively. In general, the relationship between the linear dimension and the physical properties of *E. maximum* seeds showed a moderate ($0.3 \leq S_c \leq 0.65$) and strong ($0.7 \leq S_c \leq 1$) correlation.

KEYWORDS: biometry; morphological variability; forest tree seed

INTRODUÇÃO: Fava-tamboril é uma espécie nativa da região amazônica e pertence ao grupo ecológico de plantas pioneiras com rápido crescimento. Espécies com estas características são de interesse para uso em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (SAMPAIO, POLO, BARBOSA, 2012; PINHEIRO et al., 2007). Suas sementes apresentam dormência tegumentar e o seu processo de beneficiamento ainda ocorre de modo manual. Informações sobre as variações e variabilidade das propriedades biométricas e físicas de sementes são essenciais para projetar e modelar operações de beneficiamento, limpeza, classificação, armazenamento e semeadura (GROCHOWICZ et al., 1994; RAWAT e UNİYAL, 2011), bem como detectar variabilidade intra e interpopulacional (MACEDO et al., 2009). Algumas propriedades da semente, como a massa, têm influência significativa na qualidade do estande de plântulas germinadas. Nesse contexto, diversos estudos destacam que a eficiência da germinação pode variar de acordo com o tamanho e a massa da semente (WANG et al., 2017; VELOSO et al., 2017; ALI, IDRIS, 2015). A classificação das sementes em tamanhos diferentes pode promover uma germinação uniforme (KALINIEWICZ et al., 2018). Em produção de larga escala, o beneficiamento das sementes ocorre por separadores vibratório-pneumáticos, e este processo só é possível quando as partículas são diferentes em dimensões e semelhantes em massa ou quando são idênticas em massa e variam em tamanho (GROCHOWICZ, 1994). Porém, esse sistema não é eficiente para o beneficiamento de sementes de Fava-tamboril, que apresentam diferenças de massa e dimensões. Assim, é necessário identificar outros parâmetros correlacionados com a massa das sementes para otimizar o processo de produção. A alta variabilidade morfológica em sementes de espécies florestais associada a escassez de informação a respeito desse assunto dificulta o entendimento biológico de espécies nativas, impossibilita a determinação de uma padronização a ser seguida em estudos de análise e a implementação de estratégias que possam otimizar os projetos de pós colheita. Na área florestal poucas espécies apresentam um processo de beneficiamento de sementes realizado através de máquinas, o que torna o sistema de produção muitas vezes demorado. Os avanços em algumas técnicas de ciência aplicada dependem de informações básicas como as propriedades físicas de materiais biológicos (PRADHAN e SINGH, 2013). Diante dessa realidade, é de suma importância o conhecimento não só da massa de sementes, mas também dos parâmetros biométricos e físicos altamente correlacionados que devem ser identificados visando facilitar e otimizar o processo, garantindo a qualidade de produção de sementes florestais. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades físicas de sementes de *Enterolobium maximum*, através das suas dimensões lineares.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém. Utilizando-se sementes de *Enterolobium maximum*, obtidas de 5 árvores matrizes de uma área de coleta localizada na Mineração Paragominas S.A., no município de Paragominas – PA. A coleta do material foi realizada após a maturação e queda dos frutos, e as sementes foram extraídas dos frutos com o

auxílio de um martelo. Considerando a teoria estatística de pequenas amostras (SNEDECOR; COCHRAN, 1989; SOKAL; ROHLF, 1997) foi utilizado 150 sementes, dividida em três subamostras com 50 sementes. Antes da medição das propriedades lineares, o teor de água das sementes foi determinado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As sementes foram avaliadas quanto ao comprimento, largura e espessura com paquímetro digital. Em seguida, foram estimados índice de volume de sementes (IVS; Eq.1) (VIEIRA et al. 2008), diâmetro médio geométrico (DMG; Eq.2) (SAHAY E SINGH, 1994), diâmetro médio equivalente (DME; Eq.3) (SAHAY E SINGH, 1994), diâmetro médio aritmético (DMA; Eq.4) (SAHAY e SINGH, 1994), área superficial (As; Eq.5) (MCCABE, SMITH e HARRIOT, 2005), esfericidade de semente (\emptyset ; Eq.6) (MOHSENIN, 1986), relação de aspecto (Ra; Eq.7) (VARNAMKHAISTI et al. 2008) e volume de sementes (V; Eq.8) (MOHSENIN, 1986).

$$IVS = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{espessura} \quad (1)$$

$$DMG = IVS^{1/3} \quad (2)$$

$$DME = \left[\text{comprimento} \frac{(\text{largura} \times \text{espessura})}{4} \right]^{1/3} \quad (3)$$

$$DMA = \frac{\text{comprimento} + \text{largura} + \text{espessura}}{3} \quad (4)$$

$$As = \pi DMG^2 \quad (5)$$

$$\emptyset = \left[\frac{DMG}{\text{comprimento}} \right] 100 \quad (6)$$

$$Ra = \left[\frac{\text{Largura}}{\text{comprimento}} \right] 100 \quad (7)$$

$$V = \frac{IVS}{6} \quad (8)$$

Os dados foram analisados no software R, onde foram submetidos ao teste Kolmogorov-Smirnov para verificação da normalidade da distribuição de resíduos a 5% de significância. Posteriormente os parâmetros foram comparados pelo teste t de “Student” e submetidos a análise de correlação de Spearman. A distribuição de frequência para comprimento, largura e espessura das sementes também foi calculada para análise de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As sementes de *E. maximum* estavam com 9,6% de teor de água quando os atributos biométricos e físicos foram determinados. Sementes de *E. maximum* apresentam valores médios de comprimento (C), largura (L) e espessura (E) de $20,31 \pm 2,58$ (com IC de 19,9 - 20,7), $6,23 \pm 0,61$ (com IC de 19,9 - 20,7) e $10,38 \pm 0,98$ (com IC de 10,2 - 10,5) mm, respectivamente (Tabela 1). Houve aderência dos resíduos de dados à distribuição normal de todos os parâmetros analisados ($p < 0,001$), exceto para a razão de aspecto da semente (Ra) e área superficial (As) (^{NS}) pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, conforme observado na Tabela 1.

TABELA 1. Valores de propriedades biométricas e físicas de sementes de *E. maximum* e significância de diferenças pelo teste t de Student.

Parameters	Min	Média ± DP	Max	CV(%)	± 95% IC	p
------------	-----	------------	-----	-------	----------	---

Comprimento (mm)	11,8	20,31 ± 2,58*	29,6	12,69	19,9-20,7	**
Largura (mm)	4,58	6,23 ± 0,61*	8,24	9,83	6,1-6,3	**
Espessura (mm)	8,07	10,38 ± 0,98*	12,85	9,42	10,2-10,5	**
Massa (g)	0,29	0,91 ± 0,20*	1,41	22,25	0,87 – 0,93	**
IVS	785,61	1319,22 ± 274,95*	1997,67	20,84	1275,6 – 1362,7	**
DMG	9,22	10,91 ± 0,77*	12,59	7,04	10,79 – 11,03	**
DME	3,67	4,38 ± 0,23*	4,96	5,29	4,33 – 4,41	**
DMA	9,52	12,31 ± 1,02*	15,15	8,25	12,14 – 12,46	**
As (mm ²)	267,4	376,05 ± 52,5 ^{NS}	498,3	13,99	367,7 – 384,3	**
V (mm ³)	411,34	690,74 ± 143,97*	1045,97	20,84	667,9 – 713,5	**
Ø (%)	40,29	54,2 ± 3,96*	66,9	7,34	53,2 - 54,5	**
Ra	19,32	31,06 ± 4,58 ^{NS}	55,76	14,74	30,33 – 31,78	*

Onde: Em colunas, apresentam tendência de distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 1\%$); ^{NS} = Ausência de tendência de distribuição de resíduos a normalidade. IVS = índice de volume das sementes. DMG, DME, DMA = diâmetro médio geométrico; diâmetro médio equivalente; diâmetro médio aritmético, respectivamente. As, V, Ø, Ra = área superficial; volume; esfericidade e relação de aspecto, respectivamente. CV, IC, p = coeficiente de variação; intervalo de confiança; nível de significância do teste t de Student, respectivamente.

Os valores mínimo e máximo dos parâmetros de dimensão linear de sementes de Fava tamboril apresentaram variação significativa quando comparados pelo teste t de student ($\alpha = 5\%$). Tal variação pode estar associada à alta variabilidade genética da subpopulação de *E. maximum* que trabalhamos. Pontes et al., (2018), encontraram resultados semelhantes trabalhando com sementes florestais de *Annona reticulata* (L.) Vell. A massa da semente foi o parâmetro com maior variação ($\cong 22\%$; média = 0,91g ± 0,20 com IC de 0,87 - 0,93 g). Essa característica é comum em sementes de espécies nativas devido à variação no tamanho das sementes causada por fatores genéticos e ambientais. Informações sobre a massa e a forma das sementes são importantes em sistemas de separação de ar, transporte pneumático, secagem, aeração e classificação por peso, conforme relatado por Guimarães et al. (2015).

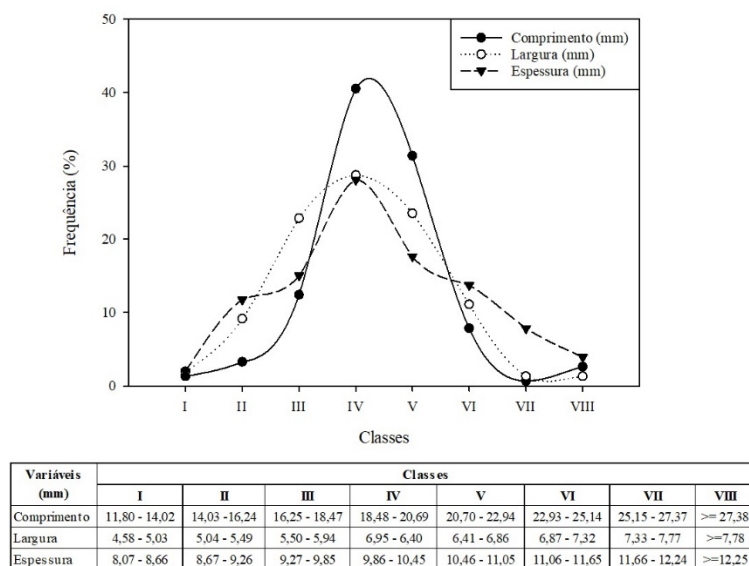


FIGURA 1. Representação de distribuição de frequência para os valores de largura, comprimento e espessura das sementes de *E. maximum* a um teor de água de 9,6% (base úmida).

Ao analisar a distribuição de frequência de comprimento, largura e espessura das sementes de Fava tamboril, observamos uma tendência à distribuição normal. O comprimento das sementes

(C) variou de 11,8 a 29,6 mm. Cerca de 84,3% das sementes apresentam tamanho médio com comprimento variando entre 16,25 e 22,9 mm, enquanto $\cong 4,6\%$ e $11,1\%$ são sementes de tamanho pequeno ($C < 16,25$ mm) e grande ($C > 22,9$ mm), respectivamente (Figura 1). Foi observado também para os parâmetros largura (L) e espessura (E) a predominância de frequência em uma faixa intermediária (L = 73,2% com faixa de variação entre 5,5 e 6,8 mm; E = 60,8% com faixa de variação entre 9,3 e 11,07 mm). A Ra das sementes apresentou média de $31,06 \pm 4,58$ (IC= 30,3-31,7), variando o valor mínimo e máximo entre 19 e 55, respectivamente (Figura 2). A discriminação da relação de aspecto das sementes é importante para a determinação e classificação de sementes. Para algumas espécies florestais nativas a Ra pode auxiliar na seleção de sementes com maior acúmulo de matéria seca garantindo a formação de um estande de plântulas com melhor performance nos viveiros (VARNAMKHAISTI et al., 2008).

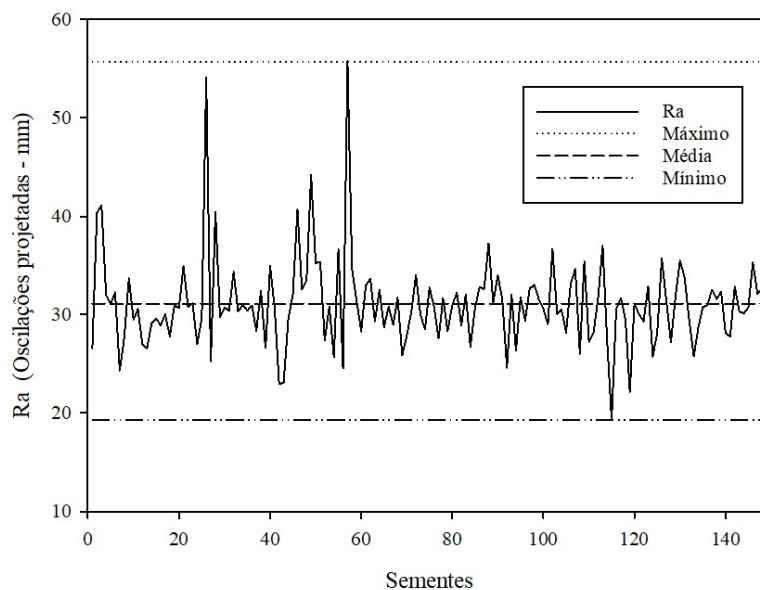


FIGURA 2. Oscilações projetadas de Ra em sementes de *E. maximum* a um teor de água de 9,6% (base úmida).

Em relação a esfericidade (\emptyset) das sementes estudadas (Tabela 1), pode-se notar que o valor médio está distante de 100%, constatando assim, que as sementes de fava tamboril não podem ser consideradas morfologicamente como uma esfera (GARNAYAK et al., 2008; BAL e MISHRA, 1988). Diferenças significativas em comprimento e espessura ($p < 0,0001$) também complementam esta afirmação (Tabela 1). A \emptyset pode auxiliar na predição da resistência das sementes em relação ao escoamento em mesas gravitacionais (MOYSEY et al., 1985). Além disso, como as sementes de Fava tamboril apresentam uma \emptyset de aproximadamente 40% e observando sua largura e comprimento podemos deduzir que as sementes de Fava tamboril podem apresentar um deslizamento lento em superfícies planas. O diâmetro médio geométrico, equivalente e aritmético foram significativamente diferentes pelo teste t de Student ($p < 0,05$), apresentando variação dos valores mínimo e máximo entre as sementes de 9,3 a 12,5 (IC de 10,79 - 11,03), 3,6 a 4,9 (IC de 4,33 - 4,41) e 9,5 a 15,1 (IC de 12,1-12,4), respectivamente. A variação observada para os diâmetros médios fornece informação sobre a intensidade de oscilação. Foi observado que as flutuações foram mais próximas da média entre o DMG e o DME e mais distantes para a DMA das sementes de *E. maximum* (Figura 3), isso confirma que as sementes não são semelhantes em relação às suas dimensões lineares.

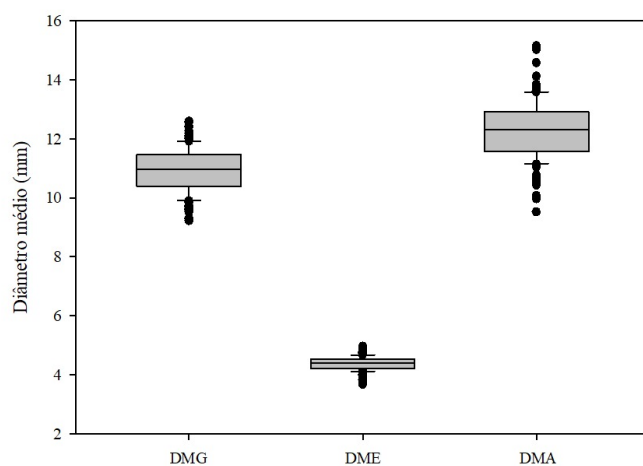


FIGURA 3. Variação média para amplitudes de diâmetro médio geométrico, equivalentes e aritmético (DMG, DME e DMA) de sementes de *E. maximum* a um teor de água de 9,6% (base úmida).

Volume (V) e área superficial (As) das sementes apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste t de Student, sendo os valores médios para esses parâmetros iguais a 690,74 mm³ (IC de 667,9 - 713,5) e 376,05 mm² (IC de 367,7 - 384,3), respectivamente. Os dados de V e As apresentaram comportamento linear (Figura 5). A relação entre área superficial e volume está associada ao tempo de secagem, embebição e aspectos de energia da semente durante o processo de germinação (ZAREIFOROUGH et al. 2011)

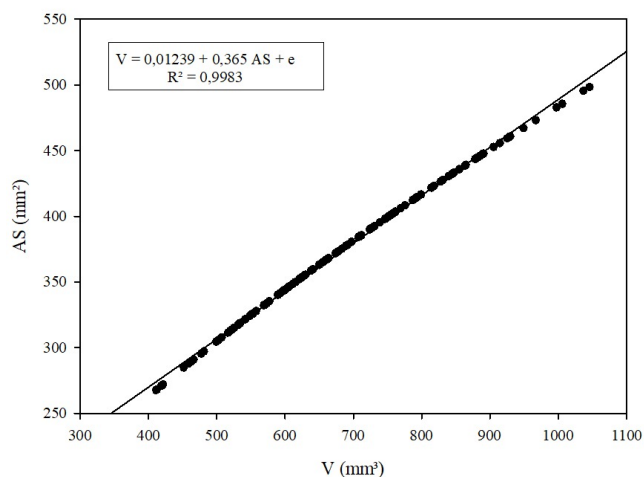


FIGURA 5. Representação gráfica para volume e área superficial de sementes de *E. maximum* a um teor de água de 9,6% (base úmida).

A relação entre o volume e a área de superfície é geralmente definida como o comprimento característico. Tal parâmetro em objetos de formato irregular é importante para determinar a área projetada e, portanto, pode ser utilizado em projetos de pós-colheita (VISHWAKARMA, SHIVHARE e NANDA, 2012). A correlação de Spearman mostrou que o comprimento das sementes apresenta significativo e forte grau de correlação com todas as propriedades físicas ($-0,7 < C_s < 0,7$), sendo possível observar também que esta variável apresenta uma relação inversamente proporcional com a \emptyset e Ra ($-0,83$ e $-0,70$, respectivamente) a um nível de significância de 0,01. Assim, quanto maior for a largura menor tende a ser a \emptyset e Ra das

sementes. Por outro lado, o Cs entre largura, espessura e demais propriedades físicas (exceto para L/Ra e E/Ra) de sementes de Fava tamboril foi significativamente positivo (Tabela 2).

TABELA 2. Coeficiente de correlação de classificação de Spearman (Cs) entre dimensão linear e propriedades físicas das sementes de *E. maximum*.

Dimensão linear	Cs							
	IVS	DMG	DME	DMA	As	V	Ø	Ra
Comprimento	0.78**	0.78**	0.90**	0.93**	0.78**	0.78**	-0.83**	-0.70**
Largura	0.67**	0.66**	0.49**	0.47**	0.66**	0.67**	0.08 ^{NS}	0.41**
Espessura	0.48**	0.48**	0.42**	0.37**	0.48**	0.48**	0.30**	-0.04 ^{NS}

^{NS}= A correlação não foi significativa; **= A correlação foi significativa a um nível de 0,01. IVS = índice de volume das sementes. DMG, DME, DMA = diâmetro médio geométrico; diâmetro médio equivalente; diâmetro médio aritmético, respectivamente. As, V, Ø, Ra = área superficial; volume; esfericidade e relação de aspecto, respectivamente.

Pontes et al., (2018) e Pradhan e Singh (2013) tiveram resultados semelhantes realizando a caracterização das propriedades físicas de *Annona reticulata* (L.) Vell. e de sementes de *Lagenaria siceraria* (Mol.), respectivamente. Vários estudos têm buscado avaliar e correlacionar com precisão a relação entre a dimensão linear da semente e suas propriedades físicas (OLIVEIRA et al., 2019; KALINIEWICZ et al., 2019; KALINIEWICZ et al., 2013; PRADHAN e SINGH, 2013). Estudos que verifiquem a associação entre as características das sementes são relevantes para verificar o grau de interferência dos parâmetros em outro parâmetro de interesse econômico, bem como para a seleção indireta de características difíceis de medir (ZUFFO et al., 2016). Assim, de acordo com os dados analisados neste estudo, é possível observar que em geral a relação entre a dimensão linear e as propriedades físicas das sementes de Fava tamboril apresentam uma correlação de moderada ($0,3 \leq Cs \leq 0,65$) a forte ($0,7 \leq Cs \leq 1$). Diante disso, é possível praticar a seleção direta e indireta para esses parâmetros, bem como detectar diferenças nas características de propriedades físicas das sementes de Fava tamboril.

CONCLUSÃO: Existem diferenças significativas entre os valores máximos e mínimos dos atributos físicos e biométricos das sementes de *E. maximum*, com grande variação na massa das sementes. As sementes de *E. maximum* não se assemelham em relação às dimensões lineares de comprimento, largura e espessura, apresentando um predomínio de frequência no tamanho médio correspondendo à faixa de 16,25-22,9 mm, 5,5-6,8 mm e 9,3-11,07 mm, respectivamente. Existe uma correlação moderada e forte entre a dimensão linear e as propriedades físicas de sementes de Fava tamboril, sendo possível usar isto para praticar a seleção direta e indireta para estes parâmetros, bem como detectar diferenças nas características das propriedades físicas das sementes. Os resultados apresentados neste estudo podem ampliar o conhecimento sobre esta espécie, bem como fornecer dados úteis para projetos de pós-colheita de sementes de *E. maximum*.

AGRADECIMENTOS: Mineração Paragominas S.A.

REFERÊNCIAS:

ALI, S. A. M.; IDRIS, A. Y. Effect of Seed Size and Sowing Depth on Germination and Some Growth Parameters of Faba Bean (*Vicia faba* L.). **Agricultural and Biological Sciences Journal**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2015.

BAL, S.; MISHRA, H.N. Engineering properties of soybean. In: ALI, N.; GANDHI, A. P.; OJHA, T. P. (eds.). **Proceedings of the National Seminar on Soybean Processing and Utilization in India**. November 22-23, 1986. Central Institute of Agricultural Engineering, Bhopal, India, p. 146-165, 1988.

BARRETO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2 p. 223 - 232, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA; ACS, 2009. 395 p.

FARIAS, C. C. M.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; MACIEL, K. S.; MORAES, C. E. Biometria, características físicas e absorção de água de sementes de *Enterolobium maximum* Ducke. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1241-1253, jul./set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509814887>

GARNAYAK D. K.; PRADHAN, R. C.; NAIK, S. N.; BHATNAGAR, N. Moisture-dependent physical properties of Jatropha seed (*Jatropha curcas* L.). **Industrial crops and products**, v. 27, p.123-129, 2008.

GONÇALVES, L. G. V.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; SCHOSSLER, T.R.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Biometry of fruits and seeds of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) in natural vegetation in the eastern region of Mato Grosso, Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 31-40, 2013.

GROCHOWICZ J. Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion [Seed cleaning and sorting machines]. **Wydawnictwo Akademii Rolniczej**, Lublin (in Polish), p. 25–28, 1994.

GUIMARÃES, D. S.; LUZ, C. A. S.; PERES, W. B.; LUZ, M. L. G. S.; GADOTTI, G. I. **Secagem de grãos e sementes**. Pelotas: Gráfica Santa Cruz, 2015. 314 p.

KALINIEWICZ, Z.; TYLEK, P.; MARKOWSKI, P.; ANDERS, A.; RAWA, T.; JÓZWIAK, K.; FURA, S. Correlations between the germination capacity and selected physical properties of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. **Baltic forestry**, v. 19, n. 2, p. 201-211, 2014.

KALINIEWICZ, Z.; ZUK, Z.; KUSI ŃNSKA, E. Communication Physical Properties of Seeds of Eleven Spruce Species. **Forest**, v. 9, n. 617, 2018. DOI:10.3390/f9100617

KALINIEWICZ, Z.; MARKOWSKI, P.; ANDERS, A.; JADWISIEŃCZAK, K.; ŻUK, Z.; KRZYSIAK, Z. Physical properties of seeds of eleven fir species. **Forest**, v. 10, n. 142, 2019. DOI: 10.3390/f10020142

LINSKENS, H.-F.; JACKSON, J. F. **Seed analysis**. New York: Springer-Verlag, 1992. 381 p.

MESQUITA, A.L.; MORIM, M.P.; BONADEU, F. *Enterolobium* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22961>>. Acesso em: 30 mai. 2020.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. 2th ed. New York: Gordon and Breach, 1986. 891 p.

MOYSEY, E. B.; LAMBERT, E. W.; WANG, Z. **Flow rates of grain and oilseeds through orifices**. St. Joseph: MI, Technical note n. 85.3530. American Society of Agricultural Engineers. 49085. 1985. p. 1-22.

OLIVEIRA, C. E. S.; ZUFFO, A. M.; FONSECA, W. L.; STEINER, F. Physical characterization of fruits and seeds *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Fabaceae - Mimosaceae). **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 3, p. 105-111, jul./set. 2019.

PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. O. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M. B.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 175-187, 2007.

PONTES, M. S.; SANTIAGO, E. F.; NOBREGA, M. A. S.; FREITAS, V. M. B. Caracterização morfológica usando dimensões lineares sobre os atributos biométricos em sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell. (Annonaceae). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 696-707, abr.- jun., 2018.

PRADHAN, R. C.; SAID, P. P.; SINGH, S. Physical properties of bottle gourd seeds. **Agric Eng Int: CIGR. Journal**, v. 15, n.1, 2013.

RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n. 2, p. 227-235, abr.-jun. 2008.

RAWAT, B.S.; UNİYAL, A.K. Variability in cone and seed characteristics and seed testing in various provenances of Himalayan spruce (*Picea smithiana*). **J. For. Res.**, v. 22, p. 603-610, 2011.

ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

SAMPAIO, M. T. F.; POLO, M.; BARBOSA, W. Estudo do crescimento de espécies de árvores semidecíduas em uma área ciliar revegetada. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 879-885, 2012.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. Ames: Iowa State University Press, 1989. 476 p.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. New York: WH Freeman and Company, 1997. 859 p.

VARNAMKHAŠTI, M. G.; MOBILI, H.; JAFARI, A.; KEYHANI, A. R.; SOLTANABADI, M.H.; RAFIEE, S.; KHEIRALIPOUR, K. Some physical properties of rough rice (*Oryza sativa* L.) grain. **Journal of Cereal Science**, v. 47, n. 3, p. 496–501, 2008.

VELOSO, A. C. R.; SILVA, P. S.; SIQUEIRA, W. K.; DUARTE, K. L. R.; GOMES, I. L. V.; SANTOS, H. T.; FAGUNDES, M. Intraspecific variation in seed size and light intensity affect seed germination and initial seedling growth of a tropical shrub. **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, n. 4, p. 736-741, 2017. DOI: 10.1590/0102-33062017abb0032

VISHWAKARMA, R. K.; SHIVHARE, U. S.; NANDA, S. K. Physical Properties of Guar Seeds. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, p. 1364-1371, 2012. DOI: 10.1007/s11947-011-0514-x

WANG, T.-T.; CHU, G.-M.; JIANG, P.; NIU, P.-X.; WANG, M. Effects of sand burial and seed size on seed germination, seedling emergence and seedling biomass of *Anabasis Aphylla*. **Pak. J. Bot.**, v. 49, p. 391-396, 2017.

ZAREIFOROUGH, H. et al. Moisture dependent physical properties of paddy grains. **Journal of American Science**, United States, v. 7, n. 7, p. 175-182, 2011.

ZUFFO, A. M.; GESTEIRA, G. S.; ZUFFO-JÚNIOR, J. M.; ANDRADE, F. R.; SOARES, I. O.; ZAMBIAZZI, E. V.; GUILHERME, S. R.; SANTOS, A. S. Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, p. 455-472, 2016.