

# Sementes do cerrado: análise e conservação v. 1



Rosana de Carvalho Martins  
Ildeu Soares Martins  
Juliana Martins de Mesquita Matos  
(organizadores)

EDITORA



UnB



**Universidade de Brasília**

**Reitora  
Vice-Reitor**

Márcia Abrahão Moura  
Enrique Huelva

EDITORA



**UnB**

**Diretora da  
Editora UnB**

Germana Henriques Pereira

**Diretor da  
Biblioteca  
Central**

Fernando César Lima Leite

**Comissão de  
Avaliação e  
Seleção**

Alex Calheiros  
Ana Alethéa de Melo César Osório  
Ana Flávia Lucas de Faria Kama  
Ariuska Karla Barbosa Amorim  
Camilo Negri  
Evangelos Dimitrios Christakou  
Fernando César Lima Leite  
Maria da Glória Magalhães  
Maria Lidia Bueno Fernandes  
Moisés Villamil Balestro

# Sementes do cerrado: análise e conservação v. 1



Rosana de Carvalho Martins  
Ildeu Soares Martins  
Juliana Martins de Mesquita Matos  
(organizadores)

EDITORA



**UnB**

**Coordenadora de produção editorial**  
**Projeto gráfico e capa**  
**Diagramação**

**Equipe editorial**

Luciana Lins Camello Galvão  
Wladimir de Andrade Oliveira  
Ana Flávia Lucas de Faria Kama  
Ruthléa Eliennai Dias do Nascimento

Portal de Livros Digitais da UnB  
Coordenadoria de Gestão da Informação Digital

Telefone: (61) 3107-2687

Site: <http://livros.unb.br>

E-mail: [portaldelivros@bce.unb.br](mailto:portaldelivros@bce.unb.br)



Este trabalho está licenciado com  
uma licença Creative Commons [Atribuição-  
NãoComercial-CompartilhaIgual4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília

---

S471 Sementes do cerrado: análise e conservação [recurso eletrônico] /  
Rosana de Carvalho Martins, Ildeu Soares Martins, Juliana  
Martins de Mesquita Matos (organizadores). - Brasília:  
Editora Universidade de Brasília, 2021.  
v.

Formato PDF.

ISBN 978-65-5846-150-0 (v. 1).

1. Sementes - Testes. 2. Espécies arbóreas do Cerrado. 3.  
Sementes nativas. 4. Sementes - Qualidade fisiológica. I. Martins,  
Rosana de Carvalho (org.). II. Martins, Ildeu Soares (org.). III.  
Matos, Juliana Martins de Mesquita (org.).

CDU 581.1

---

# SUMÁRIO

## PREFÁCIO 07

### CAPÍTULO I

- Avaliação das sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.: análise da composição química e testes de lixiviação de potássio e condutividade elétrica aplicados para verificação da qualidade fisiológica  
Juliana Martins de Mesquita Matos, Valéria Regina Bellotto, Rosana Carvalho Cristo Martins, Ildeu Soares Martins 09

### CAPÍTULO II

- Secagem de sementes florestais: sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. submetidas a três métodos de análise de determinação de umidade  
Alexandre Eurico Teza de Souza, Rosana de Carvalho Cristo Martins, Ildeu Soares Martins, Juliana Martins de Mesquita Matos 33

### CAPÍTULO III

- Técnicas alternativas para conservação de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong  
Letícia Mendes Rabelo, Juliana Martins de Mesquita Matos, Rosana de Carvalho Cristo Martins 64

### CAPÍTULO IV

- Teste de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica aplicados para a avaliação do vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.  
Daniela Vasconcelos de Oliveira, Ildeu Soares Martins, Rosana de Carvalho Cristo Martins 90

## CAPÍTULO V

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea*  
Mart. et Zucc. pelos testes de raios X e germinação

**127**

Kever Bruno Paradelo Gomes, Rosana de Carvalho Cristo Martins, Juliana  
Martins de Mesquita Matos

**SOBRE OS ORGANIZADORES** **173**

# Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. pelos testes de raios X e de germinação

Kever Bruno Paradelo Gomes, Rosana de Carvalho Cristo Martins, Juliana Martins de Mesquita Matos

### Introdução

A importância da investigação científica em tecnologia de sementes se baseia no seu uso a fim de reduzir custos e desenvolver novas técnicas de produção em diversos experimentos, cujos objetivos seriam tanto a sua conservação ou a sua adaptação em empreendimentos comerciais e em programas de recuperação de áreas degradadas.

A análise de sementes é considerada uma atividade dinâmica constantemente evoluída, caracterizada pelas melhorias contínuas do desenvolvimento de processos e padronização. Para Guedes *et al.* (2011), a padronização desses métodos deve ser constantemente reavaliada mediante aplicação de testes de referência, de testes alternativos e da determinação de novas metodologias.

Segundo Peske e Levien (2005), a demanda por sementes no Brasil tem apresentado crescente desenvolvimento, com expressividade para as principais culturas de importância comercial. Nesse contexto,

concentram-se grandes esforços no sentido do aumento de produtividade e nos parâmetros de avaliação dos padrões de qualidade dos lotes. A qualidade torna-se um importante aspecto na produção, beneficiamento e comercialização de sementes de espécies florestais, sendo um elemento cada vez mais desejável para a competitividade da cadeia produtiva do setor de sementes.

A tecnologia para análises de sementes florestais, em especial as de ocorrência no bioma Cerrado, passa a ser valorizada pelo fato de fornecer dados que evidenciam a qualidade física e fisiológica de um lote de sementes com finalidades imediatas para semeadura e armazenamento.

A crescente demanda por sementes de espécies arbóreas nativas do Cerrado tem gerado a necessidade do desenvolvimento de tecnologias para a avaliação da qualidade dessas sementes que é realizada por meio de testes, que na maioria das vezes, são considerados destrutivos. (SILVA *et al.*, 2007).

O teste de raios X vem sendo empregado em programas de controle de qualidade de sementes para diversas espécies agrícolas e florestais. Essa alternativa para análise de sementes permite conservá-las para outros testes e compara a imagem com os resultados do teste de germinação. Segundo Mattos; Medeiros (2000), o benefício mais importante da técnica de raios X é o de fornecer, de imediato, uma indicação sobre as anormalidades morfológicas ou danos mecânicos eventualmente existentes e que prejudicam a germinação.

A análise de sementes por meio das imagens radiográficas é uma alternativa relativamente recente para classificar os diversos aspectos das sementes. Nesse sentido, a captura e o processamento da imagem radiografada têm permitido o estabelecimento de relações entre integridade, morfologia e determinação do potencial fisiológico das sementes. (MARCOS FILHO *et al.*, 2010).

Um dos requisitos básicos para identificação de problemas associados com o potencial fisiológico de sementes é a averiguação da sua morfologia interna. Estudos dirigidos para avaliação da morfologia interna de sementes têm sido executados pela técnica de análise de imagens. Dentre os métodos utilizados para essa finalidade, destaca-se o teste de raios X. (GOMES JUNIOR, 2010).

O teste de raios X vem sendo empregado em programas de qualidade e como auxiliar nos estudos morfológicos e fisiológicos para diversas espécies agronômicas e florestais (MELO *et al.*, 2009). Essa técnica foi inicialmente utilizada por Simak e Gustafsson (1953), na avaliação da qualidade de sementes de *Pinus sylvestris* L., por apresentar a vantagem de não alterar a viabilidade das sementes (SIMAK *et al.*, 1989), permitindo que elas sejam semeadas para comparação com o teste de germinação, o que possibilita o estudo da germinação em relação à imagem radiográfica. Segundo Gomes Junior *et al.* (2012), métodos não destrutivos são desejáveis para uma avaliação precisa da morfologia interna das sementes.

O uso da radiografia por meio de raios X de baixa energia para avaliação da qualidade física das sementes é indicado pela ISTA (1996) que o considera um método rápido e não destrutivo, prescrevendo-o com a finalidade básica de detectar e analisar as estruturas internas das sementes, permitindo a visualização de sementes cheias, vazias, mal formadas, com danos mecânicos ou ataque de insetos e fungos, e, em alguns casos, possibilitando a detecção de anormalidades no embrião, além do seu estágio de desenvolvimento (SIMAK; GUSTAFSSON, 1953; SIMAK *et al.*, 1989). Nessa circunstância, sementes da amostra destinada ao teste de germinação são previamente radiografadas e classificadas, de acordo com o perfil morfológico visualizado.

A qualidade da imagem obtida permanentemente formada no filme radiográfico, de acordo com Bino *et al.* (1993), varia em função da espessura, densidade, composição da semente e comprimento de onda que as sementes foram submetidas. Dessa forma, após a disposição das sementes sobre o filme e subsequentemente a radiação, formam-se imagens claras nas regiões mais densas, as quais os raios X não atravessaram, e imagens escuras nas regiões menos densas (ISTA, 1999). Cada equipamento de raios X requer diferentes regulagens de tempo de exposição e voltagens para gerar melhor imagem (BRASIL, 2009). As radiografias são facilmente conservadas, reproduzidas e podem ser analisadas a qualquer tempo (MENEZES *et al.*, 2005).

Dados sobre a existência de sementes defeituosas e vazias é desejável, já que podem influenciar nos resultados de germinação. (CRAVIOTTO *et al.*, 2002). Sementes morfologicamente perfeitas, identificadas pelo teste de raios X, podem originar plântulas normais ou anormais e as sementes podem estar dormentes ou mortas (PUPIM *et al.*, 2008). Para Oliveira *et al.* (2004), o teste de raios X é útil para verificar danos às sementes submetidas a determinados beneficiamentos em que podem ser fisicamente alteradas e os danos não serem visíveis à ótica humana.

Segundo Machado (2002), a aplicação da técnica de raios X é bastante promissora em análise de sementes florestais, principalmente aqueles de grande relevância econômica e ecológica, cujos meios de propagação inviabiliza a execução de outros métodos para a avaliação da qualidade de sementes que se baseiam no exame do embrião. A técnica de raios X, segundo Carvalho e Oliveira (2006), possibilita uma diagnose rápida fornecendo informações relevantes para o trabalho científico e controle de qualidade de sementes.

Essa técnica de análise de imagens radiográficas tem sido aprimorada e já foi comprovada a sua eficiência na identificação

de propriedades não visíveis à ótica humana e sua relação com o potencial fisiológico em sementes de *Cedrella fissilis* Vell. (MASETTO *et al.*, 2008); *Peltophorum dubium* (OLIVEIRA *et al.*, 2003) e *Litbraea molleoides* (MACHADO & CÍCERO, 2003). Amaral *et al.* (2011) observaram que as imagens de raios X em sementes de *Tabebuia heptaphylla* permitiram visualizar o grau de desenvolvimento dos embriões, possibilitando notar anormalidades embrionárias, que provavelmente tiveram origem durante a maturidade fisiológica dos frutos.

Espécies florestais da família *Lauraceae* foram analisadas por Carvalho *et al.* (2009), nas quais as sementes identificadas com o embrião mal formado pelo teste de raios X apresentaram-se como mortas no teste de germinação. Pinto *et al.* (2009) indicam o teste de raios X para avaliação do vigor de sementes de pinhão-mansão, sendo este procedimento útil para observar as estruturas essenciais das sementes.

O presente capítulo tem por objetivo apresentar e discutir os resultados encontrados pelo teste de raio X e germinação aplicados às sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.

## Material e métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes e Viveiros Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (Brasília - DF) e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, localizado na Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) na cidade de Piracicaba, São Paulo.

## Coleta das sementes

Foram coletados frutos-sementes secos indeiscentes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (capitão-do-campo), em áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, no mês de setembro de 2012, considerando o vigor, porte e sanidade das matrizes selecionadas.

Os locais de coletas dos frutos foram especificamente na Fazenda Água Limpa (lote 01), áreas externas do *campus* Darcy Ribeiro (lote 02) e região do entorno da cidade de Brasília (lote 03). A escolha das regiões de obtenção dos frutos, bem como a distinção dos lotes de sementes, foram em razão de fragmentos de vegetação encontrados em centros urbanos, Área de Proteção Ambiental (APA) destinada à conservação e proteção do ecossistema e matrizes identificadas ao longo da rodovia de ligação da cidade de Brasília à Cristalina – GO (BR 040), em ambientes degradados.

Os fragmentos de vegetação de onde se localizam as matrizes da espécie em estudo foram devidamente georreferenciados com o auxílio do equipamento GPS Garmim Vista (tabela 1). Esse procedimento de localização *in loco* das espécies tem por finalidade facilitar o acesso às matrizes para coletas futuras.

**Tabela 1:** Localização das matrizes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.

Lote	Matriz	Coordenadas geográficas	Ponto de Referência
1	01	S 15° 77. 406' W 47° 86. 519'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	02	S 15° 77. 323' W 47° 86. 494'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. pelos testes de raios x e germinação

1 (continuação)	03	S 15° 77.396' W 47° 86.598'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	04	S 15° 77.267' W 47° 86.449'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	05	S 15° 77.477' W 47° 86.546'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	06	S 15° 77.764' W 47° 86.832'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	07	S 15° 77.441' W 47° 86.485'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
	08	S 15° 77.566' W 47° 86.554'	UnB – <i>Campus</i> Darcy Ribeiro
2	09	S 15° 57.000' W 47° 58.515'	Fazenda Água Limpa - UnB
	10	S 15° 59.020' W 47° 60.320'	Fazenda Água Limpa - UnB
3	11	S 16° 27.050' W 47° 48.280'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	12	S 16° 27.320' W 47° 48.081'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	13	S 16° 29.157' W 47° 48.325'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	14	S 16° 39.378' W 47° 43.233'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	15	S 16° 37.087' W 47° 82.829'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	16	S 16° 36.332' W 47° 45.471'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	17	S 16° 36.445' W 47° 45.335'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	18	S 16° 38.339' W 47° 82.554'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	19	S 16° 44.571' W 47° 81.112'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)
	20	S 16° 62.698' W 47° 74.121'	Cidades do entorno – BR 040 (Goiás)

Fonte: Gomes (2013).

Foram selecionadas 20 matrizes: sendo oito no lote 1; dois no lote 2; e dez no lote 3. A coleta foi realizada adotando as recomendações de Lorenzi (2008), nas quais os frutos-sementes são obtidos diretamente da árvore, próximo do período de maturidade fisiológica, com o auxílio de um podão e lona para facilitar o recolhimento.

Após a coleta dos frutos, foi realizado o beneficiamento retirando-se, com o auxílio de uma tesoura de poda, as expansões aliformes do fruto, para facilitar a aplicação dos testes de análise tecnológica das sementes (figura 1). Posteriormente foi realizada uma escarificação mecânica, dando um pequeno corte com o auxílio de um estilete na parte lateral do fruto.

**Figura 1:** Frutos de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. intacto (A) e beneficiado (B)



Fonte: K.B.P., 2012.

Os frutos foram homogeneizados e armazenados em sacos de papel até a realização dos testes em condições de laboratório. As amostras para realização dos testes foram retiradas ao acaso de cada lote de sementes.

Os frutos de sementes de capitão-do-campo foram submetidos ao processo de assepsia, para se evitar possível contaminação. Assim, as referidas sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio com 2% de cloro ativo por um período de dez minutos. Após o tempo indicado, as sementes foram lavadas em água corrente por dez minutos, sendo secas por papel toalha e deixadas sobre uma bancada por um período de 24 horas. Em seguida, foram armazenadas em sacos de papel, mantidas em temperatura ambiente até a realização dos testes.

### Determinação do grau de umidade

Em cada lote foram retirados três amostras de dez sementes para determinar o teor de umidade. O peso das amostras foi determinado por meio de uma balança digital de precisão de 0,001 g. Em seguida, foi determinado o teor de água pelo método padrão de estufa a  $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas (BRASIL, 2009).

A determinação do teor de umidade (%) foi alcançada por meio da fórmula estabelecida pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009):

$$\% \text{ de umidade (U)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde:

$$\% \text{ de umidade (U)} = 100 (P - p)$$

P - t

P= peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;  
p= peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;  
t= tara, peso do recipiente com sua tampa.

O resultado final foi obtido por meio da média aritmética das porcentagens de cada uma das repetições e suas medidas de dispersão central.

## Teste de raios X

Essa etapa do experimento foi realizada no Laboratório de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, localizado na Universidade de São Paulo, na cidade de Piracicaba, São Paulo. Para obtenção das imagens radiográficas das sementes, foi utilizado o equipamento digital Faxitron X-ray, modelo MX-20 DC-12, acoplado ao computador Core 2 Duo (3.16 GHz, 2 GB de memória RAM, Hard Disk de 160 GB) e monitor MultiSync LCD1990SX de 17 polegadas) (figura 2).

**Figura 2:** Equipamento digital Faxitron x-ray no laboratório de análise de imagem da ESALQ/USP



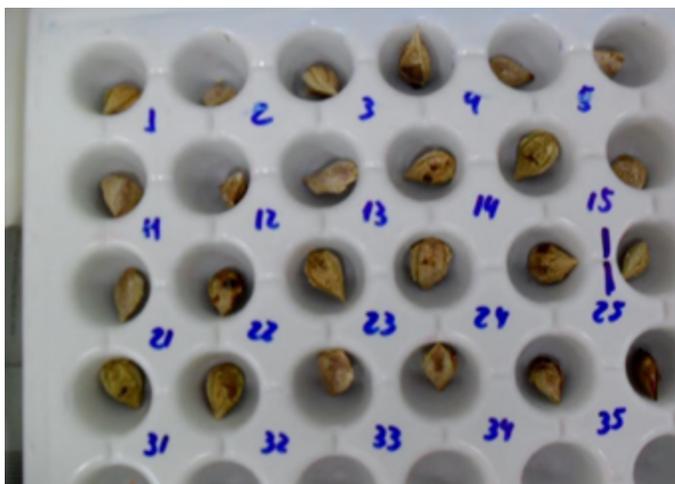
Fonte: Gomes (2013).

Foram radiografadas 200 sementes de cada lote (20 repetições de dez sementes). As radiografias foram obtidas com as sementes

posicionadas a 28,0 cm da fonte de emissão de raios X. A intensidade de radiação e o tempo de exposição das sementes aos raios X foi determinada automaticamente pelo aparelho de raios X.

Para o posicionamento adequado das sementes durante a exposição aos raios X, foi utilizada fita dupla face transparente aderida sobre uma transparência de retro projeção (29,7 x 21,0 x 0,1 cm). Após as radiografias, as sementes foram colocadas em células individualizadas de uma bandeja de plástico (100 células/bandeja) para posterior germinação (figura 3). Antes do início dos testes, foi feito uma calibragem automática no equipamento.

**Figura 3:** Arranjo das sementes identificadas após o teste de raios X



Fonte: K.B.P., 2012.

Em seguida, as sementes foram classificadas de acordo com a morfologia interna visualizada nas imagens radiográficas. Foram consideradas três categorias de sementes: cheias, vazias e/ou mal formadas. As sementes cheias obtiveram os seus tecidos internos totalmente formados, preenchendo toda a cavidade do interior do fruto.

Sementes sem tecido, com a cavidade interna totalmente ausente, foram classificadas como vazias. As sementes mal formadas obtiveram o seu embrião danificado, rachaduras e a cavidade embrionária não completa no perímetro interno do fruto.

A interpretação dos resultados de raios X foi feita por meio do confronto da imagem radiográfica com a respectiva imagem da plântula normal, anormal ou semente morta e/ou dormente após o teste de germinação. Os resultados do teste de raios X foram expressos em porcentagem, de acordo com as Regras para Análise de Sementes. (BRASIL, 2009).

As plântulas normais, bem como as sementes não germinadas durante o período de tempo previsto para o teste, foram fotodocumentadas por uma câmera digital Samsung, modelo S1.3. As sementes foram postas para germinar em condições de laboratório a 25 °C com fotoperíodo de oito horas diárias de luz.

### Análise dos dados

Os resultados obtidos para a porcentagem de germinação foram transformados em arc seno  $\sqrt{X/100}$ . Para o teste de germinação, utilizou-se o delineamento estatístico em esquema fatorial, com três lotes, três categorias (cheia, vazia e mal formada) e dois tempos (30 e 60 minutos) de embebição.

Os tratamentos foram replicados 20 vezes e as dez unidades experimentais foram dispostas inteiramente ao acaso. Realizaram-se análises da variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Com base nas significâncias ou não das interações, foram realizados vários desdobramento. Para essas análise, foi utilizado o *software* SAEG (SAEG, 2007).

Os valores que foram transformados para realização da análise estatística tiveram os seus resultados expressos por meio das médias dos dados originais, com a finalidade de melhor interpretação do teste.

No teste de raios X, os resultados foram analisados de forma comparativa, procurando estabelecer as identificações das classes de sementes radiografadas com as respectivas plântulas normais e/ou anormais e sementes não germinadas, após o teste de germinação.

Os resultados do teste de condutividade elétrica foram apresentados em intervalos de condutividade e analisados mediante a comparação com os resultados do teste de germinação. Para a determinação do ponto de partição, foi utilizado o gráfico Boxplot por meio da utilização do *software* IBM SPSS statistics 20.0 (IBM SPSS, 2011).

O teste do pH do exsudato foi analisado mediante a porcentagem de sementes viáveis e inviáveis e posteriormente relacionados com os dados do teste de germinação.

Foram feitos análise de regressão e de correlação do resultado do teste de germinação.

## Resultados e discussão

### Determinação do grau de umidade

Os frutos de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (capitão-do-campo), armazenados por um período de três meses até a realização dos testes de vigor, mantiveram-se com baixo teor de umidade, conforme demonstra a tabela a seguir (tabela 2).

**Tabela 2:** Umidade dos lotes de sementes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.

Variável	Medidas de dispersão			
	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
Teor de umidade	9,33	0,22	0,52	6,19

Segundo Toledo e Marcos Filho (1977), teores de umidade inferior a 11% são o ideal para manter a longevidade das sementes armazenadas por períodos prolongados. Para Desai *et al.* (1997), o alto grau de umidade das sementes consiste numa das principais causas da perda do poder germinativo durante o período de armazenamento.

Os lotes de sementes estavam em um bom estado de conservação, não sendo detectado sob a ótica humana nenhuma incidência de fungos ou patógenos, o que evidenciou uma ótima confiabilidade nos testes a serem aplicados nas sementes. Nos estudos para avaliação da qualidade de sementes de endro (*Anethum graveolens*), Almeida *et al.* (2007) determinaram que o teor de umidade entre 7 e 11% dos lotes foram os ideais para a condução dos testes de análise de sementes.

### Teste de raios X

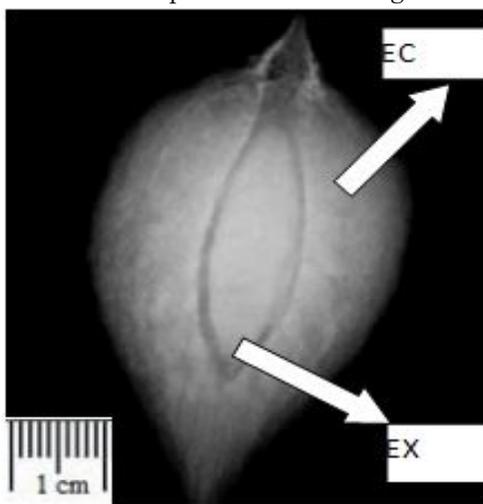
A exposição das sementes de *Terminalia argentea* aos raios X, em intensidade de radiação de 26 kV por 1,2 segundos, foi uma condição ideal para uma ótima visualização da morfologia interna das sementes. Da mesma forma, Carvalho *et al.* (2009) verificaram que a potência de 25 kV durante dois minutos foi eficiente para diagnosticar as estruturas internas das sementes de *Ocotea pulchella* e de *Persea pyrifolia*, ambas pertencente à família da *Lauraceae*.

Em sementes de sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) submetidas à técnica de raios X, a intensidade de 30 kV por 45 segundos foi eficaz segundo Albuquerque e Guimarães (2008), para verificar as estruturas internas das sementes.

Tempos de dez segundos a quatro minutos, com intensidade de dez a 55 kV, têm sido utilizados atualmente para análise de imagens radiográficas de diversas espécies agrícolas e florestais. (MATOS; MEDEIROS, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

No entanto, não foi possível verificar as estruturas do embrião de sementes de *Terminalia argentea* com nitidez, uma vez que a semente formada tinha o mesmo grau de radiopacidade. Esse relato também foi observado por Pupim *et al.* (2008), em imagens de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya*) radiografadas. Assim, para se referir a essa parte da semente, foi utilizado o termo “região do eixo embrionário” (figura 4).

**Figura 4:** Identificação da parte interna da semente de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. por meio da sua imagem radiografada

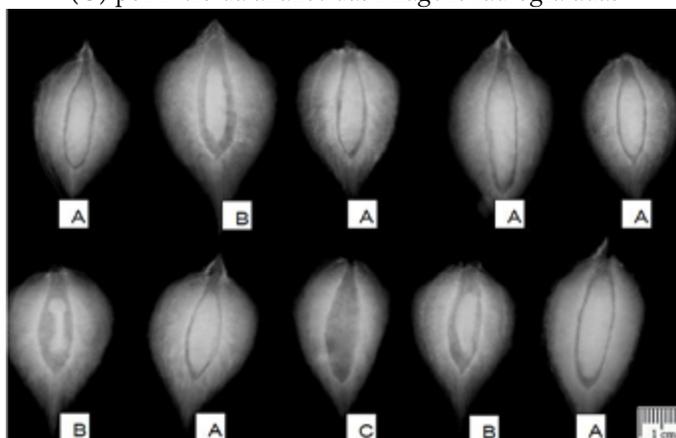


EX = região do eixo embrionário; EC = endocarpo.

Fonte: K.B.P., 2012.

O exame das imagens das sementes, obtidos pelo teste de raios X, permitiu avaliar a condição interna das sementes. Com base nos resultados observados em trabalhos de Oliveira (2000) e por meio das recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), foi possível estabelecer os critérios de identificação para a determinação de sementes consideradas, a partir da imagem radiografada, como cheias (totalmente formadas), vazias e mal formadas (figura 5).

**Figura 5:** Sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. classificadas como cheias (A), mal formadas (B) e vazias (C) por meio da análise das imagens radiografadas



Fonte: K.B.P., 2012.

Na análise da variância para as frequências de sementes de todas as categorias, foi observada interação significativa entre as categorias classificadas pelo teste de raios X e os lotes utilizados. Verificou-se que as frequências de sementes em cada categoria de análise pelo teste de raios X e seu efeito com os lotes, foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, conforme apresenta a tabela 3 a seguir. Sendo assim, foi necessário realizar os desdobramentos para avaliar essas interações, verificados nas tabelas 4 e 5 respectivamente.

**Tabela 3:** Análise de variância para a frequência de sementes em cada categoria, considerando os fatores categorias de raios X e lotes, bem como suas interações

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	0,2123	0,00*	48,44
Categorias	2	4417,3173	160,04*	
Lote * Categoria	4	6,8667	2,633*	
Resíduo	171	2,6075		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4:** Análise de variância das frequências de sementes das categorias de raios X e seu efeito com os lotes

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	4,3166	7,334*	68,70
Resíduo	57	0,5885		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 5:** Análise de variância das frequências de sementes e sua relação com as categorias de raios X

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Categorias	2	1,2230	28,166*	35,38
Resíduo	57	0,4342		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela 6, a seguir, pode-se verificar a porcentagem de sementes presentes em cada categoria examinadas no teste de raios X para os três lotes utilizados. Por meio dessa análise, foi possível determinar a porcentagem de sementes viáveis e não viáveis, sendo cheias consideradas viáveis; vazias e mal formadas consideradas inviáveis.

**Tabela 6:** Porcentagens de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. obtidas em cada categoria de acordo com o teste de raios X

Categorias raios X (%)*			
Lote	Cheias	Vazias	Malformadas
1A	57,5 a	26,0 b	16,5 c
2B	68,5 a	22,5 b	09,0 c
3B	61,5 a	30,5 b	08,0 c

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal para as categorias de raios X.

\*Letras maiúscula na vertical para os lotes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Na observação das diferenças entre os lotes constatados pela análise da variância anteriormente, nota-se que o modelo estatístico elegeu o lote 1 superior (tabela 6) aos lotes 2 e 3, que não diferiram estatisticamente entre si. Esse tipo de resultado pode ser explicado devido ao lote 1 ter uma melhor distribuição das frequências de sementes para ambas as categorias constatadas pelo teste de raios X; entretanto, nesta pesquisa, lotes que possuem uma maior porcentagem de sementes classificadas como cheias, são lotes superiores aos demais, podendo exercer uma maior relação de causa e efeito no teste de germinação. Sendo assim, considera-se que os lotes de sementes da espécie florestal *Terminalia argentea* 2 e 3 são os que apresentam qualidade fisiológica superior ao lote 1.

A categoria cheia para ambos os lotes foi a que apresentou uma maior frequência de sementes de *Terminalia argentea*, diferindo estatisticamente das categorias vazias e mal formadas ao nível de 5% de probabilidade. Houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre as categorias vazias e mal formadas em todas as observações.

O lote 2 foi o que apresentou uma maior porcentagem de sementes cheias (viáveis) pela ótica do teste de raios X; entretanto, os valores dos três lotes tiveram uma pequena variação, entre 57,5 e 68,5% de sementes cheias.

Esses valores foram próximos aos encontrados por Sturião *et al.* (2012), ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), observaram cerca de 60,5% de sementes viáveis (cheias).

Segundo Brasil (2009), frutos-semente ou sementes classificadas como cheias ou totalmente formadas pelo teste de raios X contêm todos os tecidos essenciais para a germinação, sendo assim consideradas viáveis. Para Nakagawa (1999), a viabilidade determina se a semente encontra-se viva ou morta.

Diversos autores como Melo *et al.* (2009) e Souza *et al.* (2008) relacionaram a viabilidade dos lotes de sementes com imagens de sementes radiografadas classificadas como cheias ou totalmente formadas pelo teste de raios X. Essa comparação de categoria cheia versus sementes viáveis tem mostrado boa correlação com o teste de germinação para diversas espécies agrícolas e florestais já demonstrados por Masetto *et al.* (2008) em sementes de *Cedrela fissilis*.

Foi encontrado um considerável número de frutos formados sem sementes da espécie de *Terminalia argentea*, classificadas pelo teste de raios X como vazias (20 a 30%), o que se torna prejudicial nos programas de produção de mudas e testes de laboratório, se não forem identificados com antecedência ao processo de germinação e análise de vigor.

Esse relato também foi observado por Wetzl (1997) em sementes de *Chomelia ribesoides* submetidas ao teste de vigor, em que apresentaram aproximadamente 40% de sementes sem embrião (vazias). Para o ISTA (1995), a ocorrência de sementes vazias influencia diretamente o armazenamento, a eficiência da semeadura e a comercialização dos lotes de sementes. Esse fato é observado com alguma frequência em espécies florestais em que a estrutura de dispersão não é uma semente verdadeira. (SOUZA *et al.*, 2005; TONETTI *et al.*, 2006). Nesse sentido, o teste de raios X para a espécie florestal em estudo que apresentou uma

porcentagem média de 26,33% de sementes vazias, torna-se útil para se obter uma estimativa da viabilidade do lote de sementes por meio da análise da morfologia interna dos frutos.

Sementes mal formadas de *Terminalia argentea* também foram encontradas pelo teste de raios X, confirmando a eficiência desse método na detecção de anormalidades embrionárias. Embora seja os menores valores observados para ambos os lotes (8 - 16,6%), essas sementes devem ser descartadas quando forem armazenadas ou semeadas em razão da alta probabilidade de constituir plântulas anormais ou sementes não germinadas e/ou mortas, inviáveis para o desenvolvimento em campo.

Para Martins *et al.* (1999), a ocorrência de plântulas anormais pode ser consequência de fatores genéticos, ambientais e práticas de manejo, que são minuciosas de serem superadas. Em sementes radiografadas de *Cedrela fissilis* (cedro), Masseto *et al.* (2008) encontraram cerca de 30% de sementes mal formadas. De acordo com os resultados desses autores, a deformação do embrião impossibilitou o crescimento normal das plântulas.

Em estudos de Flor e Carvalho (2002), sementes de milho classificadas com pequenos danos interno na direção horizontal do eixo embrionário resultaram em 60% de plântulas anormais, indicando que o tipo de dano detectado por meio das imagens radiografias pode afetar de forma direta o processo de germinação e formação das plântulas. Para Feitosa *et al.* (2009), embriões com diferentes estágios de desenvolvimento podem estar associado à falta de uniformidade no florescimento, fato comum entre espécies florestais.

Espécies arbóreas florestais como as de *Terminalia argentea*, que são recomendadas especificamente para a recuperação de áreas degradadas, devem possuir lotes de sementes com boa formação genética, visto que as plântulas formadas necessitam de uma boa resistência e adaptabilidade a solos empobrecidos; portanto, sementes mal formadas, danificadas e/

ou vazias constatadas pelo teste de raios X devem ser eliminadas nos programas de produção de mudas nativas, visando assegurar um bom desempenho germinativo dos lotes.

O descarte de sementes mal formadas detectadas pela análise das sementes radiografadas também foram recomendados por Machado; Cícero (2003) para sementes de aroeira (*Litorea molleoides*) e por Oliveira *et al.* (2003) para sementes de canafistula (*Peltophorum dubium*), ambos resultaram na morte das sementes no teste de germinação. Assim como Amaral *et al.* (2011) observaram em sementes de *Tabebuia heptaphylla*, as imagens radiográficas de sementes de *Terminalia argentea* permitiram visualizar as anormalidades embrionárias, que provavelmente tiveram origem durante a formação e maturação dos frutos.

Pelos resultados obtidos neste trabalho, a utilização do teste de raios X em sementes de *Terminalia argentea* é extremamente promissora na detecção da qualidade fisiológica dos lotes de sementes, auxiliando na separação de sementes vazias e com anormalidades embrionárias inviáveis para o seu uso imediato ou para o seu armazenamento.

Para a porcentagem de germinação, a análise da variância (tabela 7) mostrou efeito significativo somente entre as categorias obtidas pelo teste de raios X.

**Tabela 7:** Análise de variância da germinação e seu efeito com os lotes e categorias obtidas pelo teste de raios X e suas interações

Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	0,2991	1,622 <sup>ns</sup>	61,01
Categoria	2	8,9199	483,581*	
Lote * Categoria	4	0,2991	1,622 <sup>ns</sup>	
Resíduo	171	0,1844		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns - Não significativo.

De uma maneira geral, os resultados obtidos no teste de germinação corresponderam à germinação prevista em função da separação por categoria utilizando-se o teste de raios X (tabela 8).

**Tabela 8:** Porcentagem de germinação (%) de três lotes de sementes da espécie florestal *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. encontrada para as categorias cheias, vazia e mal formadas obtidas por meio da análise das imagens de sementes radiografadas

Lote	Categorias Raios X	Germinação (%)*
1	Cheias Vazias	61,74a
	Mal formadas	0,00b
		0,00b
2	Cheias vazias	67,90a
	Mal formadas	0,00b
		0,00b
3	Cheias vazias	Mal formadas
	Mal formadas	0,00b
		0,00b

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para os três lotes analisados, as porcentagens de germinação das categorias cheias diferiram estatisticamente das demais categorias. O lote 2 foi o que obteve uma maior porcentagem de plântulas normais (61,74%), seguidos do lote 1 e 3. Para as categorias vazias e mal formadas, foram observadas 100% de sementes não germinadas ao final do teste de germinação.

Vale ressaltar que, nas observações das frequências de sementes das categorias de raios X, a análise da variância permitiu a separação dos lotes, porém, ao obter os resultados do teste de germinação, não houve efeito significativo entre os lotes, não sendo possível eleger o lote de melhor vigor. Esse fato pode ser explicado pela aproximação dos valores

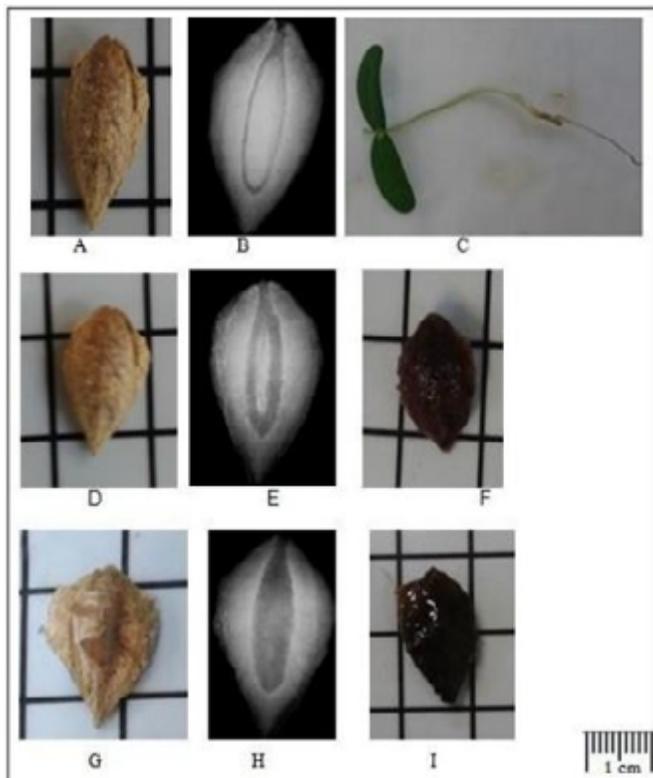
de porcentagem de germinação das categorias cheias (52,84 a 61,74%) e em função das categorias vazias e mal formadas não obterem sementes germinadas para ambos os lotes.

De acordo com os resultados obtidos no teste de germinação, as sementes morfologicamente perfeitas (cheias) originaram plântulas normais e sementes não germinadas. Esse tipo de resultados é esperado, pois, na radiografia, as imagens indicam se há ou não tecidos formados, porém não estabelecem, necessariamente, relação direta com os processos fisiológicos da semente. Esse parâmetro de análise também foi notado por Pupim *et al.* (2008) e Burg *et al.* (1994) em que algumas sementes com características adequadas no teste de raios X não germinaram, provavelmente, em razão da infecção por microrganismos, danos mecânicos e possível dormência.

As diferenças encontradas, comparando-se os resultados, indicam variabilidade quanto à germinação para as categorias cheias, vazias e mal formadas, pressupondo que condições fenotípicas e genéticas podem influenciar a qualidade das sementes. O teste de germinação revelou a inviabilidade das sementes de *Terminalia argentea* em que a região do eixo embrionário estava imperfeita e/ou vazia, visto que todas as sementes desta categoria não germinaram. Esse relato também foi observado por Machado (2002) em sementes de aroeira branca (*Litbraea molleoides* Vell. Engl) radiografadas submetidas ao teste de germinação.

Para um diagnóstico mais detalhado, a técnica de análise de imagens radiografadas teve importante utilidade, visto que foi possível visualizar a condição atual interna das sementes e, sendo essa técnica não destrutiva, possibilitou estabelecer relações de causa e efeito, após averiguação do teste de germinação, conforme pode ser observado na figura 6.

**Figura 6:** Sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. visualmente intactas (A, D e G), classificadas pela análise radiográfica em semente cheia (B), semente mal formada (E) e semente vazia (H); originando plântula normal (C) e sementes não germinadas e/ou mortas (F e I)



Fonte: K.B.P., 2012.

Na figura 6 (B) podem ser observadas na imagem de raios X sementes totalmente formadas (cheias), exercendo efeito positivo na germinação, resultando no desenvolvimento de plântula normal (figura 6 (C)). Entretanto, na figura 6 (E, H), observam-se sementes vazias e imperfeitas que não germinaram (figura 6 (F, I)). Sementes cheias também resultaram em sementes não germinadas, após o teste de germinação, sendo essa análise aprofundada posteriormente no teste de germinação. Não foram detectadas plântulas anormais em nenhum dos lotes.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Souza *et al.* (2008), em sementes de jacarandá-branco (*Platypodium elegans*). Para esses autores, os dados obtidos confirmam as suposições de que a morfologia interna das sementes pode ser um indicativo da sua viabilidade. Para Albuquerque; Guimarães (2008), o teste de raios X em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.), quando relacionado com o teste de germinação, pode auxiliar na avaliação da qualidade física das sementes.

Assim como Flor *et al.* (2004), na detecção dos danos mecânicos em sementes de soja pelo teste de raios X, a análise simultânea externa das sementes de *Terminalia argentea*, suas respectivas imagens radiografadas, plântulas normais e sementes dormentes ou mortas provenientes do teste de germinação, permitiu realizar um diagnóstico para cada caso estudado. Nesse sentido, se fossem levados em conta no presente trabalho, apenas as análises das imagens externas das sementes (figura 6 (A, D e G)), as imprecisões do diagnóstico seriam evidentes, pois, dessa maneira, não seria possível identificar danos internos, bem como a frequência de sementes sem tecidos embrionários.

Segundo Carvalho e Oliveira (2006), o teste de raios X não detecta todos os problemas relacionados à qualidade fisiológicas das sementes, porém permite um diagnóstico rápido e não destrutivo para as sementes examinadas, fornecendo dados úteis e essenciais para as pesquisas de laboratórios de análise de sementes agrícolas e florestais.

A análise de regressão linear simples (tabela 9) mostrou diferenças significativas das frequências de sementes observadas em cada categoria obtidas pelo teste de raios X e sua relação com os resultados do teste de germinação.

**Tabela 9:** Análise de variância da regressão linear simples da variável independente (frequência observada) versus variável dependente (germinação) e sua correlação

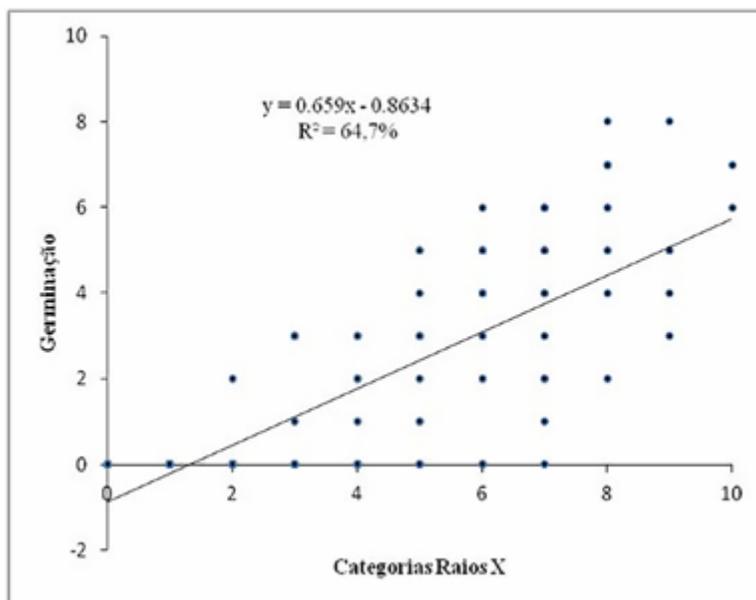
Fontes de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio	F	CV%
Lote	2	0,2991	1,622 <sup>ns</sup>	61,01
Categoria	2	8,9199	483,581*	
Lote * Categoria	4	0,2991	1,622 <sup>ns</sup>	
Resíduo	171	0,1844		

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O valor do coeficiente de correlação ( $r_{xy} = 0,80$ ) demonstra que as alterações sofridas por uma das variáveis é acompanhada pelas alterações na outra, sendo uma correlação de intensidade forte. Dessa maneira, pode-se prever que as variáveis X (germinação) e Y (categorias raios X) estão associadas linearmente tendo uma boa correlação. Para Andrade *et al.* (1995), uma correlação linear de intensidade forte entre duas variáveis apresenta um coeficiente entre  $0,7 > r_{xy} < 0,9$ . Entretanto, apesar de haver uma ótima correlação entre as variáveis analisadas, é importante verificar o quanto está associação é adequada ao modelo linear ajustado por meio da observação do coeficiente de determinação.

Valores dos dados das categorias cheias, vazias e mal formadas das sementes de *Terminalia argentea* obtidas utilizando-se o teste de raios X, plotados em função do resultado do teste de germinação, podem ser visualizados no gráfico 1 a seguir.

**Gráfico 1:** Diagrama de dispersão dos dados da regressão linear simples das variáveis categorias de raios X e sua associação com a germinação das sementes da espécie *Terminalia argentea* Mart. et Zucc.



Sendo a reta ajustada linear positiva, faz-se necessário notar que é apenas uma aproximação da realidade para indicar a tendência dos dados, sendo necessário aferir o valor do coeficiente de determinação. Analisando o modelo estatístico linear ajustado ( $y = 0,659x - 0,8634$ ), verifica-se que 64,7% (coeficiente de determinação) da variação total consegue ser explicado pelos regressores presente no modelo. Resultados inferiores do coeficiente de determinação foram encontrados por Vasconcelos *et al.* (2012) para sementes de soja, sendo o  $r^2 = 57,16\%$ . Para esses autores, de toda a variação observada, metade possivelmente está relacionada ao baixo controle experimental.

Os resultados desta pesquisa indicaram que a classificação das sementes de *Terminalia argentea* pela ótica do teste de raios X foi eficiente. Este método deve ser utilizado pelos produtores de

mudas e sementes florestais nas tomadas de decisões rápidas para o aproveitamento ou descarte dos lotes de sementes.

## Conclusão

O teste de raios X, na intensidade de 26 kV por 1,2 segundos foi eficiente na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea*.

As análises das imagens das sementes radiografadas permitiram detectar as anormalidades embrionárias inviáveis para a utilização em processos de semeadura.

O baixo percentual germinativo de sementes de *Terminalia argentea* pode ser atribuído ao grande número de frutos formados sem tecidos embrionários e/ou embriões mal formados.

A importância de uma metodologia de fácil execução, visando estimar o poder germinativo dos lotes de sementes, ficou comprovada pelo teste de raios X em sementes de *Terminalia argentea*, por ser um método rápido e confiável, portanto deve também ser empregado para análise de vigor de outras espécies florestais.

## Referências

ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus Spreng - Euphorbiaceae*). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p. 135-140, 2006.

AGUIAR, F. F. A.; TAVARES, A. R.; KANASHIRO, S.; LUZ, P. B.; SANTOS JUNIOR, N. A. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) *Allemão ex Benth.* (Fabaceae- Papilionoideae) no armazenamento. *Ciência Agrotecnica*, Lavras, v. 34, edição especial, p. 1624-1629, 2010.

AGUIAR, I. B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). *Manual técnico de sementes florestais*. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.33-44. (Série Registros, 14).

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) pelo teste de raios X. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1713-1718, 2008.

ALMEIDA, F. A. C.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, D. R. S. Determinação do teor de umidade limite de semente de endro (*Anethum graveolens*) para crioconservação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 07, n. 2, p. 153-159, 2007.

AMARAL, A. S.; PESKE, S. T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 6, n. 3, p. 85- 92, 1984.

AMARAL, J. B.; MARTINS, L.; FORTI, V. A. CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J. Teste de raios x para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 4, p. 601-607, 2011.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro – *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 16, n. 1, p. 34-40, 1994.

ANDRADE, R. N. B.; SANTOS, D. S.; SANTOS FILHO, B.; MELLO, V. D. C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 153-162, 1995.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. *Seed vigor test committee*. Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 1983. 88 p.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2005.

BINO, R. J.; ARTSE, J. W.; VAN DER BURG, W. J. Non-destructive x-ray analysis of *Arabidopsis* embryo mutants. *Seed Science Research*, v. 3, n.3, p. 167-170, 1993.

BORGES, E. E. L.; BORGES, C. G. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 1, n. 3, p. 45-47, 1979.

BORGES, E.E.L; BORGES, R.C.G.; TELES, F.F.F. Avaliação da maturação e dormência de sementes de orelha-de-negro. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.2, n.2, p.29-32, 1980.

BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n. 4, p. 15-21, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA, DNPV, 1992. 365 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. SDA: Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BRASILEIRO, M. S.; CARVALHO, M. A.; KARIA, C. T. Correlação entre peso de sementes e vigor e velocidade de germinação em *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. In: IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. *Anais...* Brasília, DF, 1-6 p., 2008.

BRUNI, A. L. *PASW aplicado à pesquisa acadêmica*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BURG, W. J. V.; AARTESE, J. W.; ZWOL, R. A. VAN.; JALINK, H.; BINO, R. J. Predicting tomato seedling morphology by x-ray analysis of seeds. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 258-263, 1994.

CABRERA, A. C.; PESKE, S. T. Testes do pH do exsudato para sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n.1, p. 134-140, 2002.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Floresta, 2003. 1039 p.

CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, L. M. *Raios x na avaliação da qualidade de sementes*. Informativo Abrates, Pelotas, v. 6, n. 1, 2, 3, p. 93-99, 2006.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.

CARVALHO, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; BONOME, E. T. Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Citromelo swingle. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 1, p. 263-270, 2002.

CHEN, T.; BURRIS, J. S. Dessication tolerance in maturing maize seed: membrane phospholipid composition and thermal properties. *Crop Science*, Madison, v. 31, n. 3, p. 1766-770, 1991.

CHEROBINI, E. A. *Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas*. 2006. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.21, n.2, p.23-27,1999.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, 2006.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Methods of overcoming dormancy in *Shizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Leguminosae – caesalpinioideae ) seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p. 108-115, 2006.

DESAI, B. B.; KOTTECHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. *Seeds handbook biology, production, processing and storage*. New York, Basel, 1. ed. 1967. 627p.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Electrical conductivity test for vigor evaluation in soybean seeds. *Seed Research*. v. 24 p. 1-10, 1996.

FEITOSA, S. S.; DAVIDE, A. C.; TONETTI, O. A. O.; FABRICANTE, J. R.; LUI, J. J. Estudos de viabilidade de sementes de candeia *Erythronium erythronium* (DC.) Mac Leish por meio de testes de germinação e raios x. *Floresta*, Curitiba, PR, v.39, n. 2, p. 393-399, 2009.

FERNANDES, E. J.; SADER, R.; CARVALHO, N. M. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exsudato. In: Congresso Brasileiro de sementes, 5, Gramado, 1987. *Anais*. Brasília: Abrates, 1987.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; MALAVAS, M. M.; DAVIDE, A. C. Caracterização morfológica de frutos, semente, plântula e muda de capitão-do-campo (*Terminalia argentea* Mart. & Zucc. – Combretaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n.º. 2, p. 202-209, 1998.

FLOR, E. P. O.; CARVALHO, M. L. M. Uso de los rayos-x para La evaluación de daños internos producidos por secamiento y sus efectos em La calidad de semillas de maiz. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, v. 55, n. 2, p. 1521-1537, 2002.

FLOR, E. P. O.; CICERO, S. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26, n. 1, p. 68-76, 2004.

FLORES, A. V.; ATAÍDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; SILVEIRA, B. D.; PEREIRA, M. D. *Tecnologia e comercialização de sementes florestais: aspectos gerais*. Informativos Abrates, v. 21, n.º 3, 2011.

GOMES, K. B. P.; VILARINO, M. L. G.; PEREIRA, V. S.; FERRARO, A. C. Avaliação da emergência e do crescimento inicial de plântulas de cedro-rosa em diferentes substratos. *Revista Agrogeoambiental*, v. 02, n. 1, p. 75-84, 2010.

GOMES, K. B. O. *Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Terminalia argentea Mart. et Zucc. pelos testes de raios x, condutividade elétrica, pH de exsudato e germinação*. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília.

GOMES JUNIOR, F. G. *Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes*. Informativo ABRATES, v. 20, n. 3, 2010.

GOMES JUNIOR, F. G.; YAGUSHI, J. T.; BELINI, U. L.; CICERO, S. M.; TOMAZELLO FILHO, M. X-ray densitometry to assess internal seed morphology and quality. *Seed Science and Technology*, v. 40, n. 1, p. 102-107, 2012.

GONZALES, J. L. S.; VALERI, S. V. Prueba de La conductividad eléctrica em La evaluación fisiológica de La calidad de semillas em *Zeyheria tuberculosa*. *Bosque*, 32(2): 197-202, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; FRANÇA, P. R. C.; MOURA, M. F.; SANTOS, S. S. Germination of *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. seeds. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, v. 33, n. 4, p. 445, 2011.

HAMMAN, B.; HALMAJAN, H.; EGLI, D. B. Single seed conductivity and seedling emergence in soybean. *Seed Science & Technology*, Zurich, v. 29, n. 3, p. 575-586, 2001.

HAMPTON, J. G. Conductivity test. In: Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen: International Seed Testing Association, Vigour Test Committee, 1995. P. 10-25.

HEPBURN, H. A.; POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 12, n. 2, p. 403-413, 1984.

HILST, P. C. *Teste de coloração de exsudatos para avaliação da viabilidade de sementes de café (Coffea arabica L.)*. 2009. Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em Fitotecnia Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2009.

IBM SPSS. IBM corp. 2011. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 20.0. Armonk, NY: IBM corp. 2011.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for seed Testing. Seed Science and Technology, Zurich, v. 24, 1996. 336p.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for seed Testing. Handbook of vigour test methods. 3. ed. ISTA, Zurich, 1995. 117p.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for seed Testing. Seed Science and Technology, v. 27, 1999. 333p.

IVANI, S. A.; SILVA, B. M. S.; OLIVEIRA, C.; VITTIMÔRO, F. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de castanheira (*Terminalia catappa* L. – combretaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 2, p. 517-522, 2008.

KOOSTRA, P.; HARRINGTON, J. Biochemical effects of age on membranal lipids of *Cucumis sativus* L. seed. *Proceedings International Seed Testing Association*, Copenhagen, v. 4, p. 329-340, 1973.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. *Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas*. Informativo ABRATES, Londrina, v. 1, n. 2, p.15-20.1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANCANETTO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: Conceitos e Testes*. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LABOURIAU, L. G. Revisão da situação da ecologia vegetal nos cerrados. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 5, p. 5-38, 1966.

LENZ, G. F.; SIMSEN, V. L.; DUARTE, R. A.; MARTIN, C. A.; MARINS, A. C. Determinação da umidade do milho utilizando o método estufa. III ENDICT. Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. ISSN 2176-3046. *Anais...*, UTFPR, 2011.

LIMA JUNIOR, M. J. V. *Manual de procedimentos para análise de sementes florestais*. 146p. UFMA, 2010. Manaus – Amazonas, Brasil.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. *Análise de sementes de hortaliças*. Circular Técnica (83). Embrapa Hortaliças. Brasília, 2009.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. v. 1 / 5° ed. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2008.

LUNA, T.; WILKINSON, K. ; DUMROESE, R. K. 2009. 8: Seed germination and sowing options. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D., editors. *Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries - Volume 1: Nursery management*. Agriculture Handbook 730. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 133- 151.

LUZ, R. P.; CARVALHO, B. O.; CARVALHO, M. L. M.; FERREIRA, V. F.; BÁRBARA, C. N. V. Análise de imagens radiográficas na avaliação da qualidade de sementes de girassol. In: XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA. *Anais...*, Lavras – MG, 27 de setembro a 01 de outubro de 2010. Universidade Federal de Lavras. 2010.

MACIEL, C. G.; BOVOLINI, M. P.; FINGER, G.; POLLET, C. S.; MUNIZ, M. F. B. Avaliação de temperaturas e substratos na germinação de sementes de Jacaranda mimosifolia D. Don. *Floresta e Ambiente*, v. 20, n. 1, p. 55-61, 2013. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.070>.

MACHADO, C. F. *Metodologia para a condução do teste de germinação e utilização de raios-x para a avaliação da qualidade de sementes de aroeira-branca (Lithraea molleoides (Vell.) Engl.)*. Piracicaba, ESALQ/USP. Dissertação de mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

MACHADO, C. F.; CÍCERO, S. M. Aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. – Anacardiaceae) seed quality evaluation by the X-ray test. *Scientia Agricola*, v. 60, n. 2, p. 393-397, 2003.

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

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba, SP. Ed. Fealq, 2005, v.12. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). *Teste de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

MARCUS FILHO, J.; GOMES JUNIOR, F. G.; BENNETT, M. A.; WELLS, A.; STIEVE, S. Using tomato analyzer software to determine embryo size in x-rayed seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2, p. 146-153, 2010.

MARQUES, M. A.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T. J. D. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes de jacarandá- da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell) Fr. All. Ex. Benth.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 271-278, 2002.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial nas plântulas de palmito – vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernades – Palmae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 1, p. 164- 173, 1999.

MARTINS NETTO, D. A.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.

MARTINS, R. C. C. *Germinação e crescimento inicial de três espécies pioneiras do bioma cerrado no Distrito Federal, Brasil*. Viçosa: UFV, 2004. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 2004.

MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; QUEIROZ, S. E. Avaliação da qualidade de sementes de cedro (*Cedrella fissilis* – Meliaceae) pelo teste de raios X. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 6, p. 1-7, 2008.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. *Ciência Florestal*, v. 21, n. 4, p. 619-627, 2011.

MATOS, J. M. M. *Avaliação da eficiência do teste de pH de exudato na verificação de viabilidade de sementes florestais*. 2009. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília – UnB.

MATOS, J. M. M.; MARTINS, R. C. C.; MARTINS, I. S. Caracterização do teste de pH de exsudato pelo método individual para avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. *Heringeriana*, Brasília, v. 3, n.1, p. 81-87, 2009.

MATTOS, P. P.; MEDEIROS, A. C. S. *Uso de raios x na avaliação de sementes de pata-de-vaca (Bauhinia forficata) e erva-mate (Ilex paraguariensis)*. Embrapa Floresta. Nota técnica, ISSN 1517-5022. N° 88, p. 1-3, 2000.

MELO, P. R. B.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, B. O. Aplicação do teste de raios x no estudo da morfologia interna e da qualidade fisiológica e da qualidade fisiológica de aquênios de arnica (*Lychnophara pinaster* Mart.). *Revista brasileira de Sementes*, v. 31, n° 2, p. 146-154, 2009.

MENEZES, L. M. On line. 2013. *Testes rápidos para avaliação da qualidade das sementes*. Sementes. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais, UFSM. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/sementes/trapidros.htm>>. Acessado em: 15 de abril de 2013.

MENEZES, N. L.; CÍCERO, S. M.; VILLELA, F. A. Identificação de fissuras em sementes de arroz após a secagem artificial, por meio de raios x. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, p. 1194-1196, 2005.

MORA, A. L.; PINTO JUNIOR, J. E.; FONSECA, S. M.; KAGEYAMA, P. Y. *Aspectos da produção de sementes de espécies florestais*. IPEF – Série Técnica. Piracicaba, v. 2, n. 6, p. 1- 60, 1981.

MORAES, M. H. D. Análise sanitária de sementes tratadas. In: VII Simpósio Brasileiro de Patologia de sementes, 8., 2004. *Anais...* João Pessoa, 2004. p. 99.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. Nature, London, v. 403, p. 853- 858, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desenvolvimento das plântulas. In: KRZYZANOSWSKI, F. C. H.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap. 2, p. 2 – 24, 1999.

NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. *Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas*. Circular Técnica, Colombo: Embrapa Floresta, n° 131, 2007.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; GURGEL, G. B.; NASCIMENTO, I. L. N. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. *Revista Ciências Agrárias*, v. 56, n. 2, p. 95- 98, 2003. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.015>

OHLWEILER, O. A. *Química analítica quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos científicos, vol 2, p. 409-420, 1974.

OLIVEIRA, A. K. M.; FARIAS, G. C. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes de *Terminalia argentea* (Combretaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 320-323, 2009.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex. s. Moore. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA- RODRIGUEZ, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, p.175-214, 1993.

OLIVEIRA, L. M. *Avaliação da qualidade de sementes de canafístula (Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert) pelo teste de germinação, tetrazólio e raios x*. 2000. 111f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. A utilização do teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 25, n. 1, p. 116-120, 2003.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nichi. e *T. impetigiosa* (Martius ex A. P. de Candolle Standley) – (Bignoniaceae) pelo teste de raios x. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília-DF, v.26, n. 2, p.138-143, 2004.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. *Teste de germinação de sementes de Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert – Fabaceae. Floresta, Curitiba, PR, v.38, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; MOREIRA, A. G. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.15, n.2, p.163-174, 1992.

PESKE, S. T.; AMARAL, S. pH of seed exudates as a rapid physiological quality test. *Seed Science & Technology*, Zurich, v. 22, n. 3, p. 641-644, 1994.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. *Germinação – do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.

PINTO, T. L. F.; MARCUS FILHO, J.; FORTI, V. A.; CARVALHO, C.; GOMES JUNIOR, F. G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos teste de tetrazólio e de raios x. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 2, p. 195-201, 2009.

POWELL, A. A. Seed improvement by selection and invigoration. *Sicientia Agricola*, Piracicaba, v. 55, p. 126-133, 1998.

PUPIM, T. L.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CARVALHO, M. L. M.; CICERO, S. M. Adequação do teste de raios x para avaliação da qualidade de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, n. 2, p. 28-32, 2008.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galerias*. Embrapa Cerrados, Brasília, 2001. 899p.

RIBEIRO, U. P. *Condicionamento fisiológico de sementes de algodão: efeitos sobre a germinação, vigor, atividade enzimática e armazenamento*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras. 79p. Lavras: UFLA, 2000.

ROSA, T. D.; SEGALIN, S. R.; FUZZER, F. A.; BARZOTTO, F.; CABRERA, I.; HAESBAERT, F.; MERTIZ, L. M. Teste de condutividade elétrica individual em sementes de soja e a relação com emergência de plântulas a campo. CIC UFPelotas. 21º Congresso de Iniciação Científica. *Anais*. 2012. Universidade Federal de Pelotas, 2012.

SAEG – Sistema para análise estatística. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes, Universidade Federal de Viçosa. UFV – Viçosa, 2007.

SALOMÃO, A. N.; EIRA, M. T. S.; CUNHA, R.; SANTOS, I. R. I.; MUNDIM, R. C.; REIS, R. B. *Padrões de germinação e comportamento para fins de conservação de sementes de espécies autóctones: madeiras, alimentícias, medicinais e ornamentais*. Embrapa CENARGEN. Brasília, Comunicado Técnico, n. 3, p. 1-17, 1997.

SALOMÃO, A. N.; SANTOS, I. R. I.; CUNHA, R. Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado. Brasília, Ed. *Rede de Sementes do Cerrado*. 2003. 96p.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Cerrados: Brasília – DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SANTANA, D. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, M. S. Teste do pH do exsudato-fenolftaleína para rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n. 1, p. 160-166, 1998.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. de. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – Euphorbiaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. *Informativo Abrates*, v. 20, n. 1,2 p. 39-44, 2010.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual. *Rede de Sementes do Pantanal*, v. 2. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2006. 59p.

SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHEDÉ, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. *Acta Scientia Agronômica*, Maringá, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006,

SILVA, D. G.; CALDEIRA, C. M.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, L. M.; KATAOKA, V. Y.; SOUZA, L. A. Avaliação da qualidade de sementes de mamona pelo teste de raios x. In: XX CIUFLA, 2007, Lavras, MG. XX CIUFLA, 2007.

SILVA, J. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Autocorrelação espacial em populações natural de *Terminalia argentea* Mart et Succ. No cerrado de Selvíria, MS. *Scientia Forestalis*, n. 66, p. 94-99, 2004.

SILVA, C. D.; PAZETO, M. S. R.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity and mineral composition of the imbibition solution of bean seeds during storage. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 36, n. 2, p. 147-155, 2012. On line. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000200002>.

SILVA, F. F. S.; DANTAS, B. F. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (sapotaceae) de diferentes procedências. *Revista Sodebras*, v. 8, n. 90, p. 40-43, 2013.

SILVEIRA, M. A. M.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 31-37, 2002.

SIMAK, M. *Testing of forest tree and shrub seeds by x-radiography*. Tree and shrub Seed Handbook. Zurich: ISTA, 1991.

SIMAK, M.; BERGSTEN, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end of germination test by radiography. *Seed Science and Technology*, v. 17, n. 2, p. 361-369, 1989.

SIMAK, M.; GUSTAFSSON, Å. X-ray photography and sensitivity in Forest tree species. *Hereditas*, v. 39, p. 458-468, 1953.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.25, n.2, p.48-52, 2003.

SOTO, G. J. L.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. fabaceae-momosoideae. *Revista Árvore*, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009.

SOUZA, L. A. *Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona*. Lavras – UFLA. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, 2007.

SOUZA, L. A.; MESQUITA, H. A.; ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Utilização de raios x na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vog). *Informativo Abrates*, v. 15, n. 1, 2 e 3, p. 284, 2005.

SOUZA, L. A.; REIS, D. N.; SANTOS, J. P.; DAVIDE, A. C. Uso de raios x na avaliação da qualidade de sementes de *Platypodium elegans* Vog. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 343-347, 2008.

SOUZA, S. M.; LIMA, P. C. F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.7, n.2, p.93-99, 1985.

STEERE, W. C.; LEVENGOOD, W. C.; BONDIE, J. M. Na electrical analyser for evaluating seed germination and vigour. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 9, n. 2, p. 567-576, 1981.

STURIÃO, W. P.; LANDGRAF, P. R. C.; ROSA, T. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de palmeira jerivá pelo teste de raios x. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 1, p. 213-218, 2012.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. *Manual das sementes: tecnologia da produção*. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1977.

TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (D.C) Mac Leisch. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 1, p. 114-121, 2006.

VASCONCELOS, E. S.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 1, p. 65-76, 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33n1p65.

VECHIATO, M. H. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_3/SementesFlorestais/qualidadesanitaria](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/SementesFlorestais/qualidadesanitaria)>. Acesso em: 31/01/2013.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M.; SADER, R. Teste de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA-NETTO, J. B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap. 4, p.1-26, 1999.

WETZEL, M. M. V. S. *Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado*. Tese (1997). Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia. UnB, 1997.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.