



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**ANÁLISE DOS DANOS EM SEMENTES DE BARBATIMÃO ATRAVÉS DE**  
**IMAGENS RADIOGRÁFICAS**

**FRANCISCO HIAGO RODRIGUES SILVA**

**FORTALEZA**

**2018**

**FRANCISCO HIAGO RODRIGUES SILVA**

**ANÁLISE DOS DANOS EM SEMENTES DE BARBATIMÃO ATRAVÉS DE  
IMAGENS RADIOGRÁFICAS**

Monografia submetida ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**Orientadora:** D.Sc. Prof<sup>a</sup>. Haynna Fernandes Abud

**Co-Orientador:** D.Sc. Prof. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra

**FORTALEZA**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S58a Silva, Francisco Hiago Rodrigues.  
Análise dos danos em sementes de barbatimão através de imagens radiográficas / Francisco Hiago Rodrigues Silva. – 2018.  
24 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Profa. Dra. Haynna Fernandes Abud.  
Coorientação: Prof. Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra.
1. Integridade morfológica. 2. Raios X. 3. *Stryphnodendron adstringens* Mart.. I. Título.
- CDD 630
-

**FRANCISCO HIAGO RODRIGUES SILVA**

Monografia submetida ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 22 / 11 / 2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

D.Sc. Prof<sup>ª</sup>. Haynna Fernandes Abud (**Orientadora**)

Universidade Federal do Ceará

---

D.Sc. Prof. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra (**Co-orientador**)

Universidade Federal do Ceará

---

M.Sc. Maria Liliane dos Santos Silva

Universidade Federal do Ceará

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, não me desamparando nos momentos em que preciso, minha fonte de amor, sabedoria e proteção.

À minha mãe e irmã, que me incentivaram e apoiaram durante todo esse período.

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização do curso.

À minha orientadora, Haynna Fernandes Abud, que me deu imenso apoio em situações difíceis e sempre incentivou o melhor de mim.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem fazer parte dela e pelas contribuições para melhorar a qualidade deste trabalho.

A todos os amigos, que estiveram comigo contribuindo de alguma forma e compartilhando momentos de alegria e tristeza, em especial aos meus companheiros do grupo de pesquisa do laboratório de sementes (Wesley, Sérgio, Kelly e Yago) e aos meus amigos do peito que me carregaram durante toda a graduação: Felipe e Lorena. O meu muito obrigado a todos vocês.

## RESUMO

O *Stryphnodendron adstringens* Mart. é uma planta nativa de ampla distribuição no Cerrado brasileiro, popularmente conhecida como barbatimão. Objetivou-se por meio de imagens radiográficas de sementes, avaliar os efeitos dos danos identificados, relacionando-os com o potencial fisiológico. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, da Universidade Federal do Ceará e no Laboratório de Análise de Imagens pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Foram realizadas imagens coloridas das sementes para a análise da morfologia externa e, de raios X para a análise da morfologia interna, mantendo a identificação das sementes para todos os testes. Posteriormente, as sementes foram classificadas em quatro categorias em função da localização dos danos, em que a categoria I: composta por sementes com danos na região superior, categoria II: composta por sementes com danos na região central, categoria III: composta por sementes com danos na região inferior e categoria IV: composta por sementes com ausência de danos. Para a quebra de dormência escarificou-se mecanicamente as sementes na região oposta ao hilo. Em seguida, foi realizado o teste de germinação sob temperatura constante de 30 °C, em BOD. Aos cinco dias as plântulas normais, anormais e sementes mortas, foram transferidas para papel azul e escaneadas, capturando imagens coloridas das plântulas na mesma sequência utilizada para as sementes nas imagens coloridas e radiográficas. As imagens das sementes e das plântulas foram analisadas simultaneamente para observação da relação entre o tipo de dano presente nas sementes e o tipo de plântula formada. Conclui-se que imagens radiográficas de sementes de barbatimão possibilitam a visualização de danos em diferentes regiões das sementes. Os danos tem relação com o potencial fisiológico pra esta espécie.

**Palavras-chave:** Integridade morfológica; raios X; *Stryphnodendron adstringens* Mart.

## ABSTRACT

*Stryphnodendron adstringens* Mart. is a native plant of wide distribution in the Brazilian Cerrado, popularly known as barbatimão. The objective of this study was to evaluate the effects of the identified damages by correlating them with the physiological potential. The experiment was conducted in the Laboratory of Seed Analysis, Federal University of Ceará and in the Laboratory of Images Analysis and Seed Analysis in the Department of Crop Science at the “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”, São Paulo University. Colored images of the seeds were taken to analyze the external morphology and X - rays for the internal morphology analysis, maintaining the identification of the seeds for the tests. Subsequently, the seeds were classified into four categories according to the location of the damage, four categories depending on the location of the damage, where category I: consisting of seeds with damage to the upper region, category II: consisting of seeds with damage to the central region, category III: consisting of seeds with damage to the lower region and category IV: composed of seeds with no damage. For the break of dormancy the seeds were mechanically scarified in the region opposite the thread. Then, the germination test was carried out under a constant temperature of 30 ° C in BOD. At 5 days the normal, abnormal and dead seedlings were transferred to blue paper and scanned, capturing colored images of the seedlings in the same sequence used for the seeds in the color and radiographic images. The images of the seeds and the seedlings were analyzed simultaneously to observe the relationship between the type of damage present in the seeds and the type of seedling formed. It was concluded that radiographic images of barbatimão seeds allow the visualization of damage in different regions of the seeds. The damage is related to the physiological potential for this species.

**Key words:** Morphological integrity; radiographic images; *Stryphnodendron adstringens* Mart.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Equipamento de raios X Faxitron MX-20 DC-12. A: Equipamento fechado. B: Equipamento aberto..... 13
- Figura 2** - Aspecto morfológico das sementes de barbatimão. A: Visualização de semente de barbatimão sem o tegumento sendo observado um dos cotilédones. B: Visualização da parte interna após ser realizado corte vertical na semente. Na elipse está identificado o eixo embrionário..... 15
- Figura 3** - Sistema de captura de imagens de plântulas do Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará. .... 16
- Figura 4** - A - Imagem radiográfica com dano do tipo I. B – Imagem em RGB da semente. C – Imagem da semente após o teste de germinação (cinco dias) caracterizando uma semente morta. .... 18
- Figura 5** - A, D e H - Imagens radiográficas com danos pertencentes a categoria II. B, E e H – Imagens em RGB das sementes. C, F e I – Respectivamente: imagem das plântulas normais, anormais e semente morta após o teste de germinação (cinco dias). .... 19
- Figura 6** - A - Imagem radiográfica com dano do tipo III. B – Imagem em RGB das sementes. C – Imagem da semente morta após o teste de germinação (cinco dias). .... 20
- Figura 7** - A - Imagem radiográfica com dano do tipo IV. B – Imagem em RGB das sementes. C – Imagem da plântula normal após o teste de germinação (cinco dias)..... 20

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Critérios utilizados para a caracterização de danos presentes em diferentes regiões da semente de barbatimão.....	14
<b>Tabela 2</b> - Caracterização da localização dos danos presentes nas sementes de barbatimão. .	17

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.1. A EVOLUÇÃO DO USO DA ANÁLISE DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS .....	12
3. METODOLOGIA .....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÃO .....	21
REFERÊNCIAS .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

O *Stryphnodendron adstringens* Mart., pertence a família das Fabaceae inserido na subfamília Mimosoideae. É uma planta nativa de ampla distribuição no cerrado brasileiro, popularmente conhecida como barbatimão. Contém alto teor de tanino e é utilizada principalmente para o tratamento de doenças, dentre as quais se podem citar as inflamações, gastrite e outros vários problemas de saúde, utilizando-se de suas cascas (OLIVEIRA, 2010).

Por ser uma semente nativa, que apresenta dormência e pertencente ao bioma do cerrado (que sofre com o constante desmatamento), o barbatimão entra na lista de espécies ameaçadas a extinção por conta do uso antrópico inadequado (FREITAS et al., 2014). Se medidas constantes com o intuito de preservação não forem aplicadas, ações emergenciais deverão ser tomadas para que haja a conservação da espécie e que a retirada da casca do barbatimão seja realizada de forma controlada (BORGES FILHO e FELFILI, 2003).

São características das espécies florestais, em geral, a grande incidência de predação (animais e insetos), sementes vazias e uma má formação do embrião. Por conta da falta de conhecimento sobre as espécies, há uma grande necessidade do aprimoramento das técnicas ligadas à análise e avaliação da qualidade de sementes nativas para posterior armazenamento e propagação de boa qualidade (MASETTO et al., 2007).

A análise de sementes vem ganhando força e é uma importante ferramenta nas estratégias a favor da sobrevivência das espécies ameaçadas. Ciência empenhada em realizar testes para avaliar a qualidade, quantidade, morfologia, fisiologia e sanidade das sementes, é de fundamental importância para os produtores que buscam um melhor estabelecimento de suas cultivares no campo em detrimento a uma melhor produtividade, assim como auxiliar na preservação das espécies (DAL'COL LÚCIO et al., 2007).

Dentro da análise de sementes, surgiu uma categoria promissora e que auxiliou de forma satisfatória na avaliação das características das sementes: as imagens radiográficas. De acordo com pesquisas e experimentos realizados, o uso da análise radiográfica é válido para avaliar as características físicas das sementes constatando possíveis danos internos

que influenciam diretamente no desenvolvimento fisiológico da plântula (Forti et al., 2008). As imagens radiográficas podem ser utilizadas na verificação da qualidade fisiológica das sementes. Segundo Abud et al., (2018), é possível mensurar as áreas preenchidas e áreas livres no interior das sementes, associando entre estes dados coletados a germinação, ou seja, danos internos, área interna mal desenvolvida, entre outros fatores que podem interferir diretamente na germinação das sementes.

A análise em raios X torna possível a verificação do dano e sua posição na semente (se está próxima ao eixo embrionário e que consequências acarretariam no desenvolvimento das sementes), além de avaliar a forma e possíveis danos que ocorrem no embrião da semente. Porém, algumas sementes apresentam características morfológicas que tornam difícil a visualização do eixo embrionário (AMARAL et al., 2011).

Essa técnica tem sido considerada de alta eficiência para a avaliação dos danos, por conta da visualização individual das sementes através da expansão da imagem desejada, indicando o dano, sua extensão ao longo da semente e localização de maneira mais detalhada. As doses de radiação não são prejudiciais às sementes já que são aplicadas doses consideravelmente baixas de radiação que são absorvidas durante o procedimento, não causando mutações genéticas, o que descartaria a ligação entre o surgimento de plântulas anormais com doses de radiação (ARRUDA et al., 2016). As imagens radiográficas são eficazes para determinar a morfologia interna e os parâmetros associados à qualidade fisiológica de importantes espécies, como o milho (CICERO e BANZZATO, 2003).

Assim, com o presente trabalho objetivou-se, por meio de imagens radiográficas de sementes de barbatimão, avaliar os efeitos dos danos identificados, relacionando-os com o potencial fisiológico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), é originário e nativo do Cerrado do Brasil e é frequente em vários estados, tais como: Minas Gerais, Goiás, Bahia, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul; em outros estados, tem ocorrência em menor quantidade (no Ceará por exemplo). Possui toxicidade em animais herbívoros em geral, principalmente nos bovinos. É uma planta conhecida por alguns nomes, tais como: barbatimão, barba-de-timão, chorãozinho-roxo, casca da virgindade, uabatimô, abaramotemo, casca-da-mocidade, ibatimô, paricarana, faveiro e enche-cangalha. (TEIXEIRA, 2010).

Pertencente à família Fabaceae e subfamília mimosoideae, é uma árvore de pequeno porte, cujas características morfológicas: planta hermafrodita, decídua, de troncos tortuosos e cada rugosa é espessa com tonalidade clara; suas folhas são alternadas, compostas bipinadas com cerca de cinco a oito pares de pinas; seus foliólulos são arredondados mas com formato oval. A floração dessa espécie ocorre entre os meses de setembro a novembro. Sua inflorescência é avermelhada e se dá pelo surgimento de espigas laterais que brotam de nós sem folhas, com cerca de 100 flores em cada (MEIRA et al., 2013).

A frutificação dessa espécie ocorre entre os meses de novembro a junho, os frutos são vagens espessas e carnosas, indeiscentes, de 6-9 cm de comprimento, com várias sementes de tonalidade verde, quando não estão em estado de maturação, e coloração parda, quando maduros (TAKARNIA et al., 2000). O amadurecimento dos frutos ocorre nos meses de julho a setembro, atingindo a maturidade no período seco do ano (LORENZI, 2002).

É uma cultivar medicinal do Cerrado, e sofre bastante com o extrativismo de sua casca pela própria população local, por conta de suas propriedades medicinais. Em decorrência da sua utilização ilegal e destrutiva, a espécie entrou na lista de plantas nativas ameaçadas de extinção, ratificando a necessidade de estudos e políticas que garantam o uso de forma correta e a fiscalização nas devidas áreas de preservação (LORENZI & MATOS, 2008).

A espécie *S. adstringens* possui dormência tegumentar, sendo uma estratégia das sementes de sobrevivência às condições ambientais adversas, características do clima do Cerrado e das espécies inseridas no bioma (BORGES FILHO e FELFILI, 2003). Existem técnicas para a superação da dormência das sementes dessa espécie, tais como: escarificação mecânica, escarificação ácida e choques térmicos (MARTINS et al., 2008).

O principal uso da casca do barbatimão pela população nativa é para tratamentos antibacterianos, anti-inflamatório, antisséptico, tratamento bucal, adstringente e cicatrizante. Os remédios fitoterápicos produzidos a partir do barbatimão são transformados e vendidos em

formato de cremes, pomadas, sabonetes, além de ser uma forma alternativa para tratamento de infecções (BENVIDO et al., 2010). Tem efeito adstringente e já foi testado como prevenção a queimaduras resultantes da radioterapia no hospital do câncer em São Paulo (MEIRA et al., 2013).

## 2.1. A EVOLUÇÃO DO USO DA ANÁLISE DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS

O estudo dessa técnica foi iniciado nos anos 50 por Simak e Gustafsson, na Suécia e obteve sucesso na busca por mostrar a qualidade física interna de sementes de *Pinus sylvestris* L. A análise radiográfica visa uma maior riqueza de detalhes sobre as características das sementes, assertiva e que não cause danos. Essa ferramenta foi aprimorada e é comprovada a sua precisão na análise das sementes com características que são imperceptíveis a olho nu. (TIAGO, et al., 2013). O estudo também permitiu que a morfologia das sementes fosse relacionada com a germinação ou morfologia de plântulas emergidas de diversas espécies agrícolas e florestais (CARVALHO et al., 2009).

A análise de imagens radiográficas visa uma maior velocidade e precisão na avaliação da estrutura morfológica interna das sementes, sendo um método não destrutivo e recomendado pela *International Seed Testing Association* (ISTA) (Menezes et al., 2005; ISTA, 2004).

Segundo Bino et al., 1993, a análise acarreta em uma absorção de raios-X em diferentes regiões e tecidos das sementes onde, após a obtenção das imagens e utilizando programas de imagens torna-se possível mensurar variáveis como: espessura, densidade, área, etc., além da visualização da composição de cada área. Tem sido considerado de alta eficiência para a avaliação dos danos por conta da análise individual das sementes, indicando o dano, sua extensão ao longo da semente e sua localização de maneira mais detalhada.

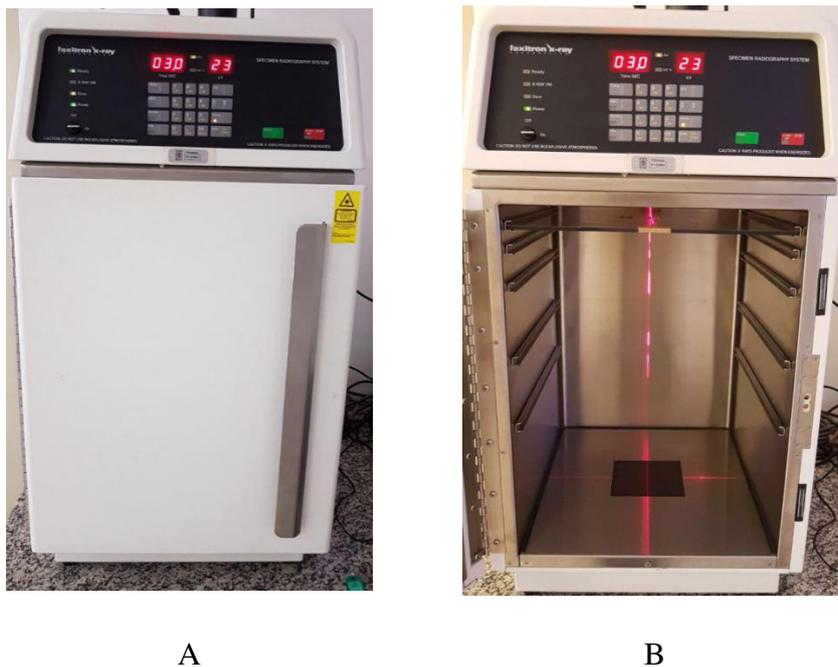
As doses de radiação não são prejudiciais as sementes já que são aplicadas doses consideravelmente baixas de radiação que são absorvidas durante o procedimento, não causando mutações genéticas, o que descartaria a ligação entre o surgimento de plântulas anormais por conta de altas doses de radiação (KOBORI et al., 2012).

## 3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Ceará utilizando sementes de *Stryphnodendron adstringens* Mart. As sementes utilizadas foram oriundas do município de Eusébio, Ceará. As sementes coletadas já haviam

sido dispersas e encontravam-se no chão. Duzentas sementes foram selecionadas aleatoriamente distribuídas em oito repetições. Foram realizadas imagens coloridas (RGB) das sementes, em ordem de identificação, por meio de um scanner modelo HP Scanjet G2410 acoplada a um computador com processador Core i5-6400 CPU (2.7 GHz, 4 GB de memória RAM) e monitor Lenovo.

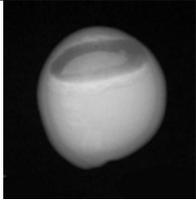
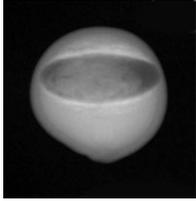
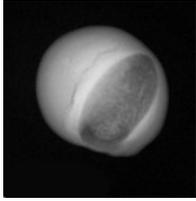
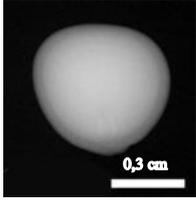
As imagens radiográficas foram realizadas no Laboratório de Análise de Imagens pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP. As sementes foram colocadas em folha plástica transparente contendo fita dupla face, na mesma sequência das imagens em RGB, mantendo a identificação das sementes para posteriores determinações. Foram obtidas utilizando um equipamento Faxitron modelo MX-20 DC-12 (Figura 1) acoplado a um computador Core 2 Duo (3.16 GHz, 2 GB de memória RAM, Disco rígido de 160 GB) e monitor Multi Sync (LCD1190SX com 17 polegadas).



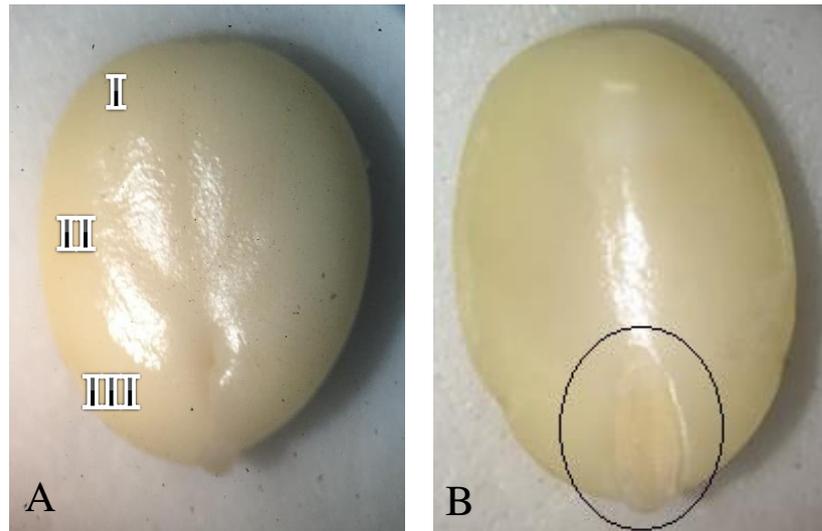
**Figura 1 - Equipamento de raios X Faxitron MX-20 DC-12. A: face externa do equipamento . B: face interna do equipamento.**

As sementes foram classificadas em quatro categorias de danos, observados por meio das imagens radiográficas, em função da localização nas sementes, de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1 - Critérios utilizados para a caracterização de danos presentes em diferentes regiões da semente de barbatimão.**

<b>Categoria</b>	<b>Raios X</b>	<b>Descrição do dano</b>	<b>Nota atribuída ao dano</b>
<b>I</b>		Região superior da semente	<b>1</b>
<b>II</b>		Região central da semente	<b>2</b>
<b>III</b>		Região inferior da semente	<b>3</b>
<b>IV</b>		Ausência de danos	<b>4</b>

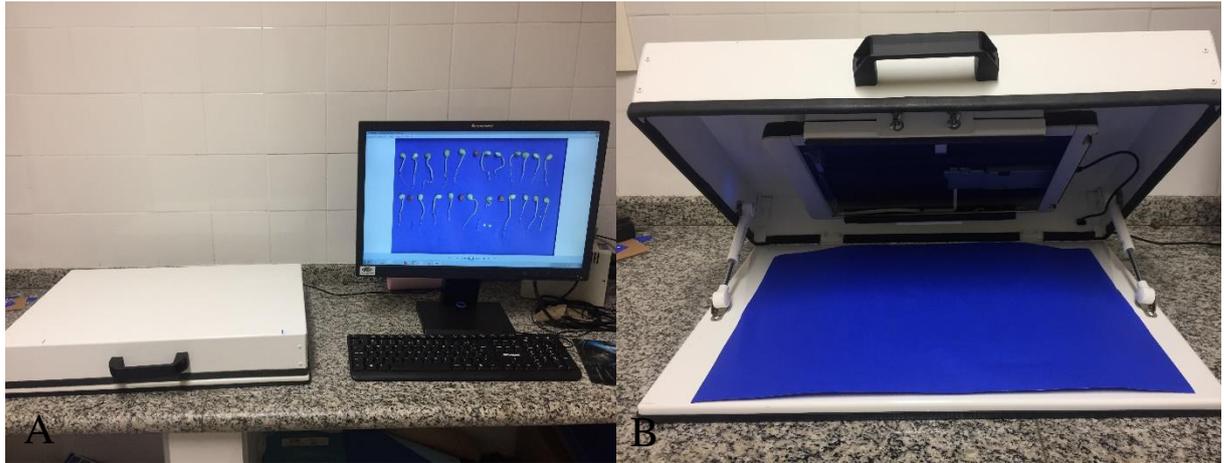
Para ilustrar a morfologia das sementes de barbatimão, sementes foram imersas em água, por um período de aproximadamente 18 horas, para amolecimento dos tecidos e facilitar o corte e visualização das partes das sementes. As imagens foram realizadas em lupa da marca INALH, modelo MSL – 250.



**Figura 2 - Aspecto morfológico das sementes de barbatimão. I: Região superior da semente. II: Região central da semente. III: Região inferior da semente. A: Visualização de semente de barbatimão sem o tegumento sendo observado um dos cotilédones. B: Visualização da parte interna após ser realizado corte vertical na semente. Na elipse está identificado o eixo embrionário.**

Para a quebra de dormência e utilizando o método descrito por Martins et al., 2008, foi realizada a escarificação mecânica na região oposta ao hilo da semente. Em seguida, foi realizado o teste de germinação mantendo a mesma disposição das sementes descrita acima. As sementes foram distribuídas em papel germitest umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso seco e sob temperatura constante de 30 °C, em BOD.

Aos cinco dias após o início do teste de germinação, as plântulas normais, anormais e sementes mortas, foram transferidas para papel azul e escaneadas, capturando imagens coloridas (RGB) das plântulas na mesma sequência utilizada para as sementes nas imagens radiográficas, por meio de um scanner modelo HP Scanjet G2410 acoplada a um computador com processador Core i5-6400 CPU (2.7 GHz, 4 GB de memória RAM) e monitor Lenovo (Figura 3).



**Figura 3 - Sistema de captura de imagens de plântulas do Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará.**

As imagens coloridas e radiográficas das sementes e imagens de plântulas aos cinco dias foram analisadas simultaneamente para observação da relação entre o tipo de dano presente nas sementes e o tipo de plântula formada.

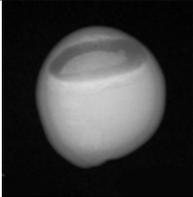
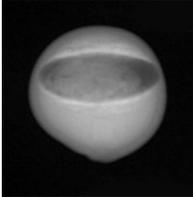
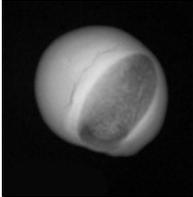
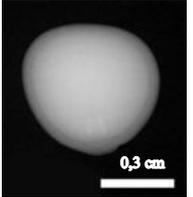
#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas imagens radiográficas (Tabela 2) é possível analisar a localidade do dano em cada categoria, o que não seria visível por meio das imagens em RGB para avaliação da morfologia externa das sementes (Figuras 4 a 7).

De acordo com Cicero e Banzato (2003), os espaços internos podem ser ocasionados por danos às sementes, sejam mecânicos, por pragas agrícolas ou mesmo ocasionados por deterioração tecidual que ocorre naturalmente no decorrer da formação da semente. Para as sementes de barbatimão os danos observados foram oriundos da ação de insetos, devido as galerias formadas.

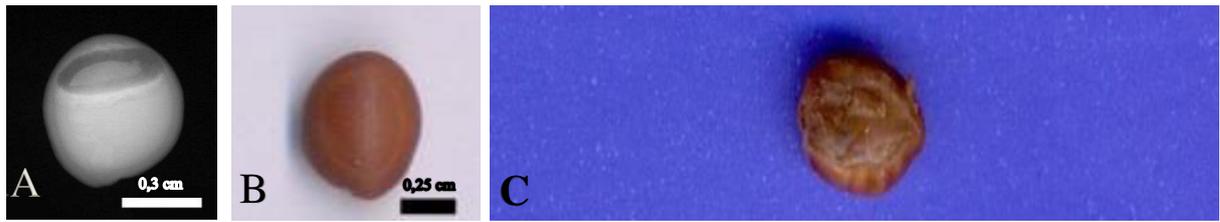
Na Tabela 2 é possível verificar que foram observadas apenas duas sementes com danos na região superior. Nesta categoria de sementes observou-se que não houve germinação.

**Tabela 2 - Caracterização da localização dos danos presentes nas sementes de barbatimão. PN: Plântulas normais. PA: Plântulas anormais. SM: Sementes mortas. G (%): Porcentagem de germinação em relação ao número total de sementes.**

Categoria	Raios X	Nº de sementes	Freq. de sementes (%)	Nº de sementes germinadas	PN	PA	SM	G (%)
I		2	1,0	0	-	-	-	0
II		9	4,5	3	2	1	6	1
III		11	5,5	0	0	-	11	0
IV		178	89	169	164	5	12	82

Na Figura 4 observa-se o aspecto da semente que representa o dano do tipo I. Na imagem radiográfica, o aspecto morfológico interno da semente apresenta um dano distante do embrião, porém, atinge uma parcela considerável da massa tecidual da semente tendo consumido grande parte das reservas necessárias para o desenvolvimento fisiológico. De acordo com Arruda et al., (2016), em sementes de crotalária com danos severos (seja provenientes de pragas agrícolas ou danos mecânicos), apresentam germinação de plântulas anormais ou sementes mortas.

O dano identificado na Figura 4A é considerado um dano severo em que a translocação de nutrientes do cotilédone para o eixo embrionário foi afetada e não houve reservas suficientes para o desenvolvimento da plântula, gerando uma semente morta (Figura 4C).



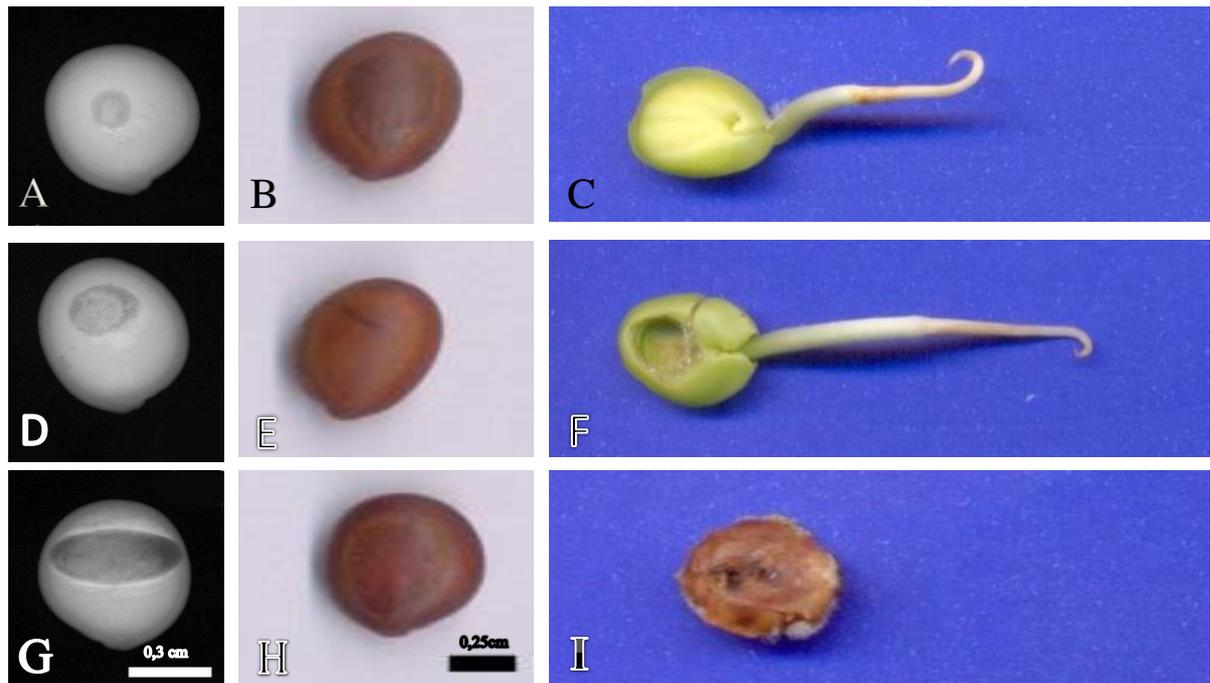
**Figura 4 - A - Imagem radiográfica com dano do tipo I. B – Imagem em RGB da semente. C – Imagem da semente após o teste de germinação (cinco dias) caracterizando uma semente morta.**

Foram verificadas nove sementes classificadas na categoria II, com danos presentes na região central das sementes. Nesta categoria, de acordo com a Figura 5, observou-se que três sementes formaram plântulas, no entanto, apenas duas foram classificadas como plântulas normais, uma como anormal e o restante classificada como semente morta, totalizando 1% de germinação em relação ao total de sementes avaliadas.

A semente representada na Figura 5A com um leve dano na região central gerou uma plântula normal (Figura 5C), o que pode ser explicado, ainda utilizando como referência a pesquisa de Cicero e Banzato (2003), pela pequena perda de massa, ou menor severidade de dano. As reservas dentro da semente foram suficientes para o seu desenvolvimento fisiológico mesmo havendo uma aparente perda de vigor, que pode ser explicada justamente pela perda das reservas da semente.

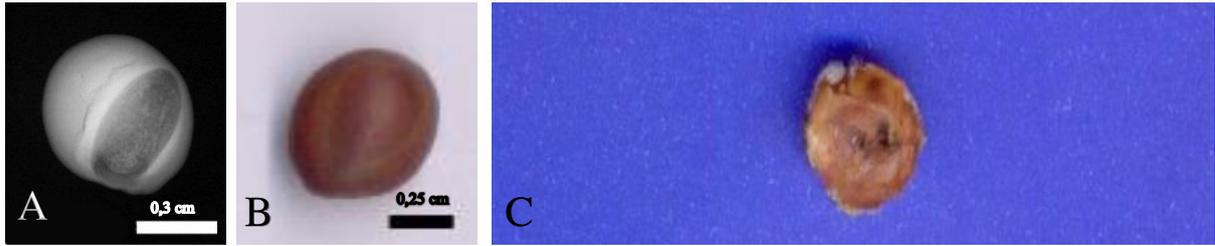
Na Figura 5D verifica-se a morfologia interna da semente que originou em uma plântula anormal (Figura 5F). Ao comparar as imagens radiográficas 5A e 5B, é possível verificar que o dano interno da primeira apresentou menor severidade e que o dano na segunda semente causou uma maior deterioração no tecido do cotilédone, com um dos cotilédones comprometido, o que pode ter gerado uma plântula anormal (Figura 5F).

Na Figura 5G o dano na estrutura interna foi mais severo, comprometendo o aspecto físico da semente e conseqüentemente o desenvolvimento fisiológico, resultando em uma não germinação da semente, seguindo a mesma característica apresentada na categoria I já mencionada anteriormente (Figura 4A).



**Figura 5 - A, D e H - Imagens radiográficas com danos pertencentes a categoria II. B, E e H – Imagens em RGB das sementes. C, F e I – Respectivamente: imagem das plântulas normais, anormais e semente morta após o teste de germinação (cinco dias).**

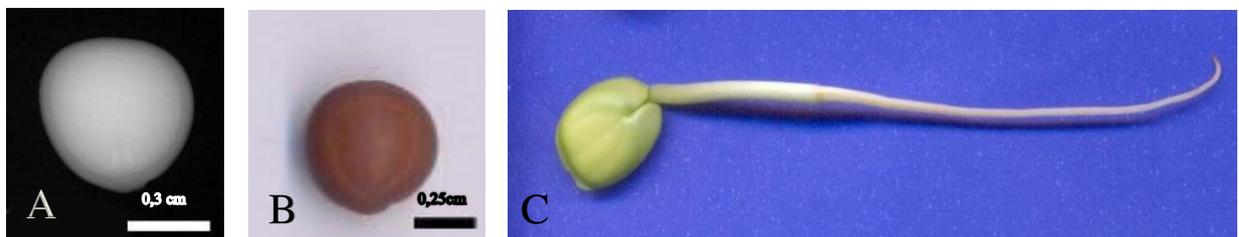
Onze sementes foram classificadas na categoria III, com danos presentes na região inferior, ou seja, próximo ao embrião. Nenhuma semente germinou, caracterizando que os danos nessa região específica são fatais levando-se em conta que 100% das sementes da categoria gerou sementes mortas. Na Figura 6A, a semente apresenta um dano severo tendo parte do seu embrião comprometido. O dano em si já acarretaria a não germinação por conta da falta de reservas necessárias para o desenvolvimento da plântula. Como afetou a região do eixo embrionário, que é o principal órgão formador, a confirmação do teste de germinação reforça a discussão sobre as características apresentadas após sua realização. Visto os resultados das análises radiográficas, em sementes de barbatimão, danos encontrados próximos ao embrião ou mesmo danificando a região embrionária, acarretarão na não germinação, podendo descartar as sementes com tais características.



**Figura 6 - A - Imagem radiográfica com dano do tipo III. B – Imagem em RGB das sementes. C – Imagem da semente morta após o teste de germinação (cinco dias).**

Para a categoria IV (Figura 7) onde estão representadas as sementes com ausência de danos, obteve-se a maior porcentagem de sementes germinadas, tendo em vista que as partes internas das sementes, como cotilédones e embrião, apresentavam-se íntegras.

De modo geral, 82% das sementes da categoria IV formaram plântulas normais. Se comparada com as outras categorias, as plântulas pertencentes a esta classificação possuem um maior vigor, o que é justificável pelo fato das reservas disponíveis serem suficientes para o bom desenvolvimento fisiológico.



**Figura 7 - A - Imagem radiográfica com dano do tipo IV. B – Imagem em RGB das sementes. C – Imagem da plântula normal após o teste de germinação (cinco dias).**

Resultados semelhantes foram observados em diversas espécies tais como milho (CICERO e BANZZATO, 2003), ipê-roxo (AMARAL et al., 2011), sucupira-preta (ALBUQUERQUE e GUIMARÃES, 2008), soja (FORTI et al., 2008) e (MONDO e CICERO, 2005), entre outras, em que sementes que tiveram sua integridade morfológica comprometida por qualquer tipo de dano, sendo ele mecânico, por inseto ou deterioração natural, formam plântulas menos vigorosas, anormais ou as sementes nem germinam.

## **5. CONCLUSÃO**

Imagens radiográficas de sementes de barbatimão possibilitam a visualização de danos em diferentes regiões das sementes. Os danos tem relação com o potencial fisiológico para esta espécie.

## REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F.; CÍCERO, S. M.; GOMES JUNIOR, F. G. Radiographic images and relationship of the internal morphology and physiological potential of broccoli seeds. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, n. 1, p. 1-9, 2018.
- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SUCUPIRA-PRETA Avaliação da qualidade de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) pelo teste de raios X. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1713–1718, 2008.
- AMARAL, J. B. DO; 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.
- ARRUDA, N.; CÍCERO, S. M.; GOMES, F. G. Radiographic analysis to assess the seed structure of *Crotalaria juncea* L. **Journal of Seed Science**, v. 38, n.2, p. 1–8, 2016.
- BINO RJ; AARTASE JW; VAN DER BURG WJ. 1993. Non-destructive x-ray analysis of *Arabidopsis* embryo mutants. **Seed Science Research**, p. 167-170.
- BENVIDO, S. F.; PALMEIRA, J. D.; SOUZA, J. H.; ALMEIDA, J. A.; PESSOA, R. M.; CATÃO, R. M. R. Avaliação da atividade antibacteriana in vitro do extrato hidroalcolóico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville sobre isolados ambulatoriais de *Staphylococcus aureus*. **Revista Brasileira de Análise Clínica**, Fortaleza, v. 42, n.1, p. 27-31, 2010.
- BORGES FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 735–745, 2003.
- CARVALHO, F. A.; JACOBSON, T. K. B.; COSTA, A. F.; SANTOS, A. A. B.; HAY, J. D. V. Estrutura e distribuição espacial do Barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*) em uma

área de cerrado no sudeste de Goiás. **Revista Trópica**, Chapadinha MA, v. 3, n. 1, p. 14-21, 2009.

CICERO, S. M.; JUNIOR, H. L. B. Avaliação do relacionamento entre danos mecânicos e vigor, em sementes de milho, por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 29–36, 2003.

DAL'COL LÚCIO, A.; FORTES, F. D. O.; LORENTZ, L. H.; LOPES, S. J.; STORCK, L. Relações entre variáveis nas análises de sementes de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 697–704, 2007.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos e causados por percevejos em semente de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 121–130, 2008.

FREITAS, V. L. D. O.; VIEGAS, F. P.; MELO FERREIRA LOPES, R. DE. Biometria de frutos e sementes, germinação e desenvolvimento inicial de barbatimão. **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 21–32, 2014.

ISTA - International Rules for Seed Testing. 2004. *Seed Science and Technology* 27: 333. (supplement).

KOBORI, N. N.; CICERO, S. M.; MEDINA, P. F. X-Ray test to evaluate castor bean seed quality. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 125–133, 2012.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil*. 4.d. São Paulo: Instituto Plantarum, Nova Odessa, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas Medicinais no Brasil - Nativas e Exóticas*. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum, 2008.

MARTINS, C. C.; TADEO, A.; MACHADO, C. G. Métodos de superação de dormência de sementes de barbatimão. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 381–385, 2008.

MASETTO, T. E.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. DA; FARIA, J. M. R. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelo teste de raios x. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 170–174, 2007.

MEIRA, M. R.; CABACINHA, C. D.; FIGUEIREDO, L. S. DE; MARTINS, E. R. Barbatimão: Ecologia, Produção De Tanino E Potencial Sócio Econômico Na Região Norte Mineira. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 466–494, 2013.

MENEZES NL; CÍCERO SM; VILLELA FA. 2005. Identificação de fissuras em sementes de arroz após a secagem artificial, por meio de raios X. **Ciência Rural**, v. 33, p.1194-1196.

MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Análise De Imagens Na Avaliação Do Vigor De Sementes De Soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 9–18, 2005.

OLIVEIRA, D. R. DE. **CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA BIOPROSPECÇÃO FARMACOLÓGICA DE PLANTAS MEDICINAIS DO NORDESTE BRASILEIRO: BARBATIMÃO (*Stryphnodendron rotundifolium* Mart.)**. Universidade Regional do Cariri - URCA, 2010.

TAKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Plantas Tóxicas do Brasil. Rio de Janeiro: HELIANTHUS, 2000.

TEIXEIRA, F. **“BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE SUA IMPORTÂNCIA FARMACOLÓGICA E MEDICINAL**. Brasília, 2010.

TIAGO, AUANA VICENTE; TIAGO, POLIANA VICENTE; CARPEJANI, A. A. Biometria de frutos e sementes de Mouriri trunciflora Ducke com ocorrência no parque nacional do Jurema, Brasil. p. 6, 2013.