



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS**

**YALLE PEREIRA DE SOUSA**

**CONTROLE DE PATÓGENOS EM SEMENTES DE ESPÉCIES  
ALIMENTÍCIAS NATIVAS DO CERRADO**

**SUMÉ - PB**

**2023**

**YALLE PEREIRA DE SOUSA**

**CONTROLE DE PATÓGENOS EM SEMENTES DE ESPÉCIES  
ALIMENTÍCIAS NATIVAS DO CERRADO**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.**

**Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.  
Coorientadora: Professora Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho.**

**SUMÉ - PB**

**2023**



S725c Sousa, Yalle Pereira.

Controle de patógenos em sementes de espécies alimentícias nativas do cerrado. / Yalle Pereira Sousa. - 2023.

34 f.

Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.

1. Controle de patógenos - sementes. 2. Análise sanitária e fisiológica - sementes. 3. Sementes de espécies alimentícias - cerrado. 4. Análise de regressão. 5. Microondas eletromagnéticas. 6. Patologias de sementes florestais. 7. Sanidade de sementes. Sementes - qualidade sanitária. 8. Buriti - sementes. 9. Sementes florestais. 10. Pequi - sementes. 11. Cagaita - sementes. 12. Morolo - sementes. 13. Fungos em sementes. I. Medeiros, José George Ferreira. II. Título.

CDU: 581.2(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**YALLE PEREIRA DE SOUSA**

**CONTROLE DE PATÓGENOS EM SEMENTES DE ESPÉCIES  
ALIMENTÍCIAS NATIVAS DO CERRADO**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.  
Orientador – UATEC/CDSA/UFCG**

---

**Professora Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho.  
Coorientadora – CPCE/UFPI**

---

**Professora Dra. Carina Seixas Maia Dornelas.  
Examinadora Interna I – UATEC/CDSA/UFCG**

---

**Professor Dr. Jaduy Guerra Araújo.  
Examinador Interno II – UAEB/CDSA/UFCG**

**Trabalho aprovado em: 20 de junho de 2023.**

**SUMÉ - PB**

*Ao meu pai **Dorgival Pereira da Silva** e a minha mãe **Vilma Ferreira de Sousa***

*Por todo amor que vi e recebi ao longo da vida...*

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Em uma versão da Bíblia Sagrada no livro de 1 Tessalonicenses, capítulo 5 verso 18 é dito “Em tudo dai graças, porque esta é a vontade de Deus, em Cristo Jesus, para convosco”. Então, primeiramente eu agradeço a Deus pela graça de ter vencido mais uma etapa da minha vida. Em segundo lugar, agradeço a minha mãe, Vilma Ferreira de Sousa, e ao meu pai, Dorgival Pereira da Silva, por me darem a possibilidade e todo apoio necessário para que eu pudesse realizar todos os meus sonhos durante a minha vida até aqui. Além do imenso amor que pude sentir a centenas de quilômetros de distância todos os dias, de fato, é um amor que nos deixa mais perto de Deus. Quero aqui, também deixar explícita a gratidão a minha família, por todo o incentivo e mais ainda aos meus irmãos de coração Gabriel Farias e Pedro Lucas. Amo cada pessoa da família de uma forma diferente e do meu jeito.

Aos meus amigos, que mesmo distantes fizeram a diferença, Lara O’hara, Ricardo Lima e Rayane Almeida, sou imensamente grata por nunca se apartarem de mim nesses pelo menos 20 anos de amizade, por estarem comigo mesmo que em pensamento, em cada crise e em cada momento que eu cogitei, mesmo que remotamente desistir. Fazem parte do que eu me tornei. Agora, sobre os amigos que estiveram comigo presentes em Sumé, agradeço a Marina Brito, por ser minha companheira de apartamento durante todos esses anos. Não poderia deixar de falar dos meus queridos Matheus Cavalcante, Higor Candido e Helder Torreão, por se tornaram verdadeiramente um porto seguro para mim. E lembrar também de todos os conselhos valiosos do querido amigo Felipe Douglas, além das horas em chamada de vídeo falando sobre a vida.

Quero também deixar registrada, a minha gratidão e respeito ao José George e a Thamires Kelly, por me acompanharem e me orientarem com tanta paciência e cuidado, me ensinaram não só os experimentos e os assuntos abordados, mas também sobre compromisso, responsabilidade e respeito dentro e fora do laboratório. Quero salientar aqui também a gratidão a minhas parceiras de laboratório, Heloisa Dantas, Tainá Eponina, Pamela Valões e Vanessa Íris. Frisar como foi gratificante fazer parte de uma equipe tão competente quanto essa e como foi fácil trabalhar com todas. Aos meus professores ao longo de toda minha trajetória acadêmica até aqui, quero destacar dois. Agradecer ao meu professor de matemática do ensino fundamental, Francisco Cunha, que não me ensinou a gostar de matemática, mas me ensinou a não desistir de tentar aprendê-la. Ao professor Daniel Vasconcelos agradeço por ter me apresentado com maestria essa área de ciência e pesquisa.

A todos os nomes citados até aqui, mais uma vez, **MUITO OBRIGADA**

Tudo vale a pena, se a alma não é pequena.

Fernando Pessoa

SOUSA, Y. P. **Controle de Patógenos em Sementes de Espécies Alimentícias Nativas do Cerrado**. 2023. 36f. Monografia (Graduação em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos). Centro de Desenvolvimento, Universidade Federal de Campina Grande – Sumé – Paraíba – Brasil, 2023.

## RESUMO

O controle de patógenos nas sementes de espécies nativas do cerrado constitui um mecanismo essencial para a produção de mudas. Essas desempenham um papel na preservação da vegetação nativa do país, tanto no contexto de regeneração ecossistêmica quanto na valorização de produtos nativos. O manuscrito tem por objetivo principal avaliar a eficiência das microondas eletromagnéticas sobre os patógenos e na qualidade sanitária de Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), Marolo (*Annona crassiflora* Mart) espécies nativas alimentícias do Cerrado. Especificamente objetivase, [1] identificar e quantificar fungos desenvolvidos considerando cálculo de incidência, [2] identificar espécies fúngicas potencialmente patogênicas. A pesquisa foi desenvolvida em parceria com o Laboratório de Análise de Sementes do Campus Cerrado do Alto Parnaíba, da Universidade Estadual do Piauí. Os tratamentos foram expostos aos tempos de exposição foram de 0,10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 segundos em micro-ondas a uma potência de 900w e a uma frequência de 2,45 GHz. Utilizou-se 20 sementes por tratamento, distribuídas em 4 repetições de 5 sementes; uma vez que a produção de sementes florestais é muito menor quando comparada com a produção de grãos. As sementes foram incubadas em temperatura ambiente por um período de 7 a 14 dias. Os dados foram submetidos a análise de variância e foram analisados os fungos encontrados. O tratamento de exposição a micro-ondas, mostrou-se eficaz na maior parte dos fungos estudados. Tornando-se uma grande aliada para pequeno produtor, já que por sua vez é uma tecnologia de baixo custo

**Palavras-chave:** Micro-ondas; Fungos; Sementes florestais; Sanidade.



SOUSA, Y. P. **Control of Pathogens in Seeds of Food Species Native from Cerrado**. Sumé-PB. 2023. 36p. Bachelor Thesis. (Graduation in Biotechnology and Bioprocess Engineering) - Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Federal University of Campina Grande – Sumé – Paraíba – Brasil.

## ABSTRACT

Pathogen control in the seeds of native cerrado species is an essential mechanism for seedling production. These seedlings play an extremely important role in the preservation of the native vegetation of the country, both in the context of ecosystem regeneration and in the valorization of native products that have considerable market potential to boost local development. Therefore, the main objective of the manuscript is to evaluate the efficiency of electromagnetic microwaves on pathogens and on the sanitary quality of Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), Marolo (*Annona crassiflora* Mart) native Cerrado food species. Specifically, [1] to identify and quantify developed fungi considering incidence calculation, [2] to identify potentially pathogenic fungal species. The research was developed in partnership with the Seed Analysis Laboratory of the Alto Parnaíba Cerrado Campus of the State University of Piauí. Thus, this research is part of an umbrella project, developed in partnership between the aforementioned Higher Education Institution and the Federal University of Campina Grande. The treatments were exposed to exposure times of 0.10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 and 90 seconds in microwaves at a power of 900w and a frequency of 2.45 GHz. Twenty seeds were used per treatment, distributed in 4 repetitions of 5 seeds; since forest seed production is much lower compared to grain production. The seeds were incubated at room temperature for a period of 7 to 14 days. The data was submitted to variance analysis and the fungi found were analyzed.

**Keywords:** Microwaves, Fungi, Forest seeds, Sanity.

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz..... 22
- Gráfico 2** - Incidência de *Rhizopus* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz..... 23
- Gráfico 3** - Incidência de *Penicillium* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz..... 24
- Gráfico 4** - Incidência de *Botrytis* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz..... 25
- Gráfico 5** - Incidência de *Curvularia* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz..... 26
- Gráfico 6** - Incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz..... 27

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1	RECURSOS VEGETAIS DO CERRADO.....	12
2.2	SEMENTES FLORESTAIS.....	13
2.3	BURITI ( <i>MAURITIA FLEXUOSA</i> L. F.).....	14
2.4	PEQUI ( <i>CARYOCAR BRASILIENSE</i> CAMB.).....	15
2.5	CAGAITA ( <i>EUGENIA DYSENTERICA</i> DC.).....	16
2.6	MAROLO ( <i>ANNONA CRASSIFLORA</i> MART).....	17
2.7	PATOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS.....	18
2.8	MICRO-ONDAS.....	19
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
3.1	ÁREAS DE COLETA E DE EXECUÇÃO DA PESQUISA.....	20
3.2	ESPÉCIES VEGETAIS.....	20
3.3	TRATAMENTOS.....	21
3.4	IDENTIFICAÇÃO DE MICRORGANISMOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES...	21
3.5	ANÁLISE DE DADOS.....	21
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970, houve a expansão da produção agrícola em diversos setores do mercado, provocado pelo crescimento e consolidação do agronegócio no Brasil. Com isso, as áreas de produção de monoculturas no país, perpassaram a região Centro-Oeste, e atingiram o Nordeste, que se tornou um dos principais pontos de expansão do cultivo no território nacional (CRISPIM, 2021; SOUZA, 2018). A formação da última fronteira agrícola do Brasil se deu devido a modificações no uso e na situação fundiária das terras. Antes o que eram extensas áreas de pastagens e vegetação nativa, em 2015 já eram imensos territórios cobertos por monoculturas de ciclo anual, administradas com a mais alta tecnologia da agricultura de precisão (XAVIER FILHO et al., 2015).

Ao tempo que o agronegócio se consolida, também milhares de hectares de vegetação nativa são suprimidos. Essa dinâmica, compromete drasticamente as populações de espécies vegetais nativas de importância local ecológica, social, cultural e econômica. Essa queda vertiginosa, aliada a fatores sociais, pode contribuir para que espécies com potencial utilitário e comercial se tornem subutilizadas (NASCIMENTO et al., 2011; NUNES et al., 2018). Especialmente as espécies com potencial alimentício, que possuem papel singular em áreas semiáridas de países em desenvolvimento, pois ajudam a garantir a segurança alimentar de populações locais vulneráveis. Além de representarem sinônimo de desenvolvimento rural e econômico para populações tradicionais e pequenos agricultores que vivem do comércio dos subprodutos extraídos de frutos nativos (SATTERTHWAITE et al., 2010; NUNES et al., 2018).

Deste modo, a conservação do bioma cerrado está atrelada a formas de explorar de maneira sustentável os recursos vegetais nativos. Uma forma de pensar nesta perspectiva de conservação é através dos estudos que podem levar a implantação e criação de inúmeras tecnologias com o objetivo de recuperar os remanescentes florestais, além da formação de bancos de germoplasma. Neste caso, menciona-se como exemplo a tecnologia de sementes como sendo o ponto inicial para a produção de mudas destinadas a recuperação de áreas degradadas (PARISI et al., 2018).

O propósito de produzir mudas sadias começa com uma boa qualidade de sementes sanitária e fisiologicamente. As sementes tratadas estarão livres de patógenos associados a própria semente ou que estão no solo, o que pode evitar a disseminação de microrganismos que geram doenças para áreas ainda não contaminadas. Os resultados da sanidade podem ser destacados pelo impacto atual e futuro na manutenção da qualidade de sementes e controle de microrganismos patogênicos (PARISI et al., 2018).

Diversos estudos são direcionados especificamente para a qualidade fisiológica e sanitária de espécies nativas alimentícias do cerrado, podendo ser citados como exemplos: [1] França (2012), que avaliou o efeito de tratamentos térmicos e osmóticos, quando isolados e associados, na contenção de fungos em sementes de *Eugenia brasiliensis* e *Eugenia uniflora*, e o potencial de armazenamento pós-tratamento; [2] Fujita (2007), onde o objetivo era verificar a qualidade e conservação de *Mauritia flexuosa* L. f.; [3] Junqueira (2021), juntamente com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), compila e detalha as doenças e seus respectivos agentes patogênicos que acometem *Caryocar brasiliense*; [4] Júnior (2007), discute sobre filmes plásticos e ácido ascórbico na qualidade de *Annona crassiflora* minimamente processado.

A realização de pesquisas direcionadas para a tecnologia de sementes, mais especificamente, o desenvolvimento de técnicas de baixo custo que garantam a qualidade sanitária de sementes de espécies nativas com potencial utilitário criam novas opções de cultivo. Preferencialmente para o agricultor familiar, despertam a população para a diversidade e a variabilidade genética das espécies vegetais existentes, identificam os pontos críticos que dificultam o aproveitamento das espécies nativas, contribuem para a segurança alimentar e diminuição da vulnerabilidade, ampliam o interesse de povos e comunidades tradicionais e agricultores familiares para o aproveitamento das espécies nativas que ocorrem em sua região, geram informações, juntamente às instituições de ensino e pesquisa informações atualizadas sobre o cultivo, potencializam a disponibilidade de matéria-prima para obtenção de produtos regionais (CORADIN et al., 2018).

Nesse contexto, o presente manuscrito tem por objetivo principal avaliar a eficiência das micro-ondas eletromagnéticas (2,45GHz) sobre os patógenos e na qualidade sanitária de Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), Marolo (*Annona crassiflora* Mart) espécies nativas alimentícias do Cerrado. Especificamente objetiva-se, [1] identificar e quantificar fungos desenvolvidos considerando cálculo de incidência, [2] identificar espécies fúngicas potencialmente patogênicas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RECURSOS VEGETAIS DO CERRADO

Segundo maior bioma brasileiro, o Cerrado, ocupa aproximadamente 2.036.448km<sup>2</sup>, 23,9% da extensão nacional e abrange toda a parte central do país. Até pouco antes do início deste século era um bioma considerado secundário para as atividades agrícolas, pois toda a atenção estava voltada para a Amazônia, então considerada “o pulmão do mundo”. O cerrado não despertava interesse dos agricultores, por ter um solo considerado pobre e pouco fértil. Foi a partir da transferência da Capital Federal do Rio de Janeiro para Brasília, que se localiza no dentro deste bioma, que então esse foi inserido no contexto de produção de alimentos e energia nacional (XAVIER FILHO et al., 2015).

Compõe todo o território de Goiás e Distrito Federal, além de parte da Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, São Paulo e Tocantins. Em função da expansão agropecuária e exploração de local e produtos nativos, a região foi considerada a última fronteira agrícola, além de *hotspots* mundiais para a biodiversidade (XAVIER FILHO et al., 2015). Especificamente, o Cerrado piauiense, juntamente com os estados do Maranhão, Bahia e, na região Norte, o Tocantins, compondo o que hoje conhecemos como a região do MATOPIBA, sigla formada pelas iniciais de cada ente federativo que a compõe (CRISPIM, 2021; SOUZA, 2018).

Essa formação se deu devido a modificações no uso e na situação fundiária das terras. Antes o que eram extensas áreas de pastagens e vegetação nativa, em 2015 já eram imensos territórios cobertos por monoculturas de ciclo anual, administradas com a mais alta tecnologia da agricultura de precisão (XAVIER FILHO et al., 2015).

Existem 58 espécies conhecidas nativas da região e usadas pela população. Com grande contribuição dos primeiros povos indígenas, juntamente com os colonizadores, através da adaptação e criação de técnicas, surgiram várias iguarias culinárias regionais como licores, geleias, doces, sorvetes, entre outras receitas. Há uma gama de exemplos: Além de receitas o babaçu e a macaúba se destacaram na década de 70 para a substituição do óleo diesel por causa da crise do petróleo. O pequi teve seu óleo industrializado e enlatado. A macaúba teve o óleo e a polpa usados para a produção de sabão de coco. Sem falar dos sorvetes de pequi, cagaita e araticum que fazem sucesso nas sorveterias do DF e Belo Horizonte, ainda pode-se citar a farinha feita de buriti. As estruturas da madeira encontradas do cerrado têm propriedades organolépticas, composição química e anatômica, além de físicas que as diferenciam das

demais. Depois de alguns tratamentos, podem ser usadas para atividades antimicrobianas (ZACHARIAS, 2020).

Um estudo realizado por Hora et al. (2020), com dez espécies alimentícias nativas, em uma região de Cerrado, concluiu que o padrão de consumo de frutos nativos está associado a fatores comportamentais humanos que interferem diretamente na seleção do recurso desejado, ou seja, acima de fatores ecológicos e biológicos, a disponibilidade e a relação cultural e “afetiva” com a comida são os principais determinantes para que as pessoas escolham consumir frutos de espécies alimentícias nativas do Cerrado. Tais dados alertam para o protagonismo dos frutos nativos e sua importância, tanto ecológica, quanto econômica. É fato que a sustentabilidade desse consumo, pode ser transformada em opção de desenvolvimento, segurança alimentar e vida digna para todas as populações que vivem direta ou indiretamente da extração desses recursos.

A valorização e o incentivo do empreendedorismo regional, através de projetos de pesquisa científica que consideram as potencialidades dos recursos naturais não é uma pauta de hoje. Pode-se mencionar como exemplo a Iniciativa Plantas para o Futuro do Ministério do Meio Ambiente que visa a identificação de espécies da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial e de uso local ou regional, e surgindo a partir daí, em parceria o Projeto Biodiversidade para Alimentação e Nutrição (CORADIN et al., 2018).

## 2.2 SEMENTES FLORESTAIS

O crescimento da economia nacional sempre foi focado a extração de recursos naturais, desde o seu período colonial, os portugueses estabeleceram decretos de exclusividade extrativista. Causou assim, a fragmentação de biomas típicos do território do Brasil. Só em 1934 foi estabelecida o Código Florestal Brasileiro, que só foi instaurado em 1961 e outorgado em 1965 como Novo Código Florestal Brasileiro (RIBEIRO-OLIVEIRA et al., 2014).

O conceito de reconstrução florestal teve início na primeira metade do século XX. O Brasil assumiu papel importante em diversos acordos globais, esses tiveram como objetivo diminuir os impactos ambientais provocados pelo desmatamento e degradação em decorrência do desenvolvimento econômico, nesse viés o governo tem feito parcerias público-privadas, mecanismo de mercado e financeiro (ADAMS et al., 2021). As principais dificuldades enfrentadas para o reflorestamento são a obtenção de verba, mão de obra para elaborar o projeto, pouca capacitação, além de falta de demanda (CIPRIANI et al., 2021).

Existem duas classificações de sementes florestais com relação ao seu comportamento quando armazenadas. A primeira forma, são classificadas como ortodoxas, elas se mantem viáveis após a dissecação com a umidade de 5% e podem ser armazenadas em baixa temperatura por um longo tempo. A outra forma é a recalcitrante, que ao contrário a anterior não se dá bem com a dissecação, nem a baixos níveis de umidade, assim não podem ser armazenadas a longo prazo. Devido a necessidade de recuperação e conservação dos ecossistemas, a partir da década de 90, o foco foi voltado para essas espécies nativas, por causa da diversidade de plantas brasileiras, ainda são escassas as informações disponíveis. Com relação as estratégias de conservação, são considerados métodos *in situ* e *ex situ*. E o êxito depende do conhecimento sobre o comportamento durante o processo (CARVALHO et al., 2006).

A demanda de sementes florestais se deu por conta do reflorestamento ou recuperação de áreas degradadas devido a constituição brasileira. Foi criado em 05 de agosto 2003 a Lei nº 10.711 que criou o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM), juntamente com o Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) (RIBEIRO-OLIVEIRA et al., 2014). Para a preservação dessas sementes foram implementadas metas internacionais, transformadas em políticas públicas de âmbito nacional e regional. Surgiram uma série de iniciativas da ONU (Organizações das Nações Unidas), como por exemplo a Convenção de Diversidade Biológica (CDB), A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC).

## 2.2 BURITI (*MAURITIA FLEXUOSA* L. F.)

O Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) é uma espécie que faz parte da família Arecaceae, do gênero *Mauritia*. Uma planta que ocorre principalmente na região onde o bioma cerrado predomina (VIANA, 2023). É uma palmeira, e está incluída em uma das mais altas do Brasil, de acordo com seu gênero. Dioica, da subfamília Calamoideae, as frutas dessa espécie são conhecidas por serem escamosas, essas sobrepõem o gineceu que é constituído por uma camada grossa de tecido. A *Mauritia flexuosa* L. f. possui 3 (três) denominações populares mais conhecidas, que são: miriti, buriti e buriti do brejo (ABREU, 2001). Encontradas mais comumente em pântanos, que se tornaram conhecidos por buritizais (KOOLEN et al., 2013).

Considerada a palmeira mais extraída do cerrado brasileiro, o Buriti é uma espécie chave para a definição de veredas por causa da sua densidade em comparação a outras poucas espécies do local. A crescente diminuição das áreas úmidas do bioma, entre elas as veredas, que são consideradas áreas inaptas para plantio por causa do seu aspecto brejoso e são drenadas para a expansão da agropecuária, ameaça a manutenção de nascentes que influenciam no fluxo



do lençol freático, e refúgios importantes que garantem os ciclos de vida de espécies da fauna. (SERPA; MORAIS et al., 2022).

Essa espécie tem um potencial econômico expressivo. Pode ser usada na produção de óleo, farinha, iogurte, amido, bebidas, cera, fibra, além de ser usado para construir casas, barcos, pontes e artesanato. O fruto é rico em vitaminas A, B, C, E, além de minerais de cálcio e ferro (SERPA; MORAIS et a., 2022). Esse tem um óleo de extrema importância para a indústria, tanto na área de cosméticos e indústria farmacêutica contra queimaduras e ainda é um potente vermífugo. As atividades atribuídas a ele são principalmente de carotenoides e tocoferóis, principais componentes do óleo.

Pesquisadores buscam conhecer a capacidade antioxidante e os mais importantes componentes fenólicos presentes nos alimentos consumidos. O foco também está no teor de terpenóides e sua atividade biológica. Vale salientar que na fruta contém ácido ascórbico que está sendo pesquisado para atividades antimicrobianas de bactérias patogênicas (KOOLEN et al., 2013). O Buriti é um bioproduto auspicioso para a eliminação de parasitas. Foi eficaz no combate do desenvolvimento larval do *Haemonchus contortus*, parasita que ataca ovinos na parte gastrointestinal. Também é eficaz na mortalidade do carrapato *Rhipicephalus microplus* maior que de 80%. Sendo adaptado nos atuais métodos focados em controle biológico na área da pecuária (SERPA; MORAIS et a., 2022).

A frutificação do Buriti dá-se pelos meses de dezembro a junho. A maturação dos frutos é heterogênea na mesma área, que pode variar de 7 a 11 meses, considerado uma drupa com o mesocarpo contendo escamas romboides é a parte comestível e o endocarpo. A variação de cor, forma e tamanho, são muitas e isso pode ser decorrente a respostas de diferentes condições ambientais que acabam sendo geneticamente incorporadas ao longo do tempo para a manutenção de gerações (SERPA; MORAIS et al., 2022).

### 2.3 PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSE* CAMB.)

O Pequi faz parte da família Caryocaraceae, da ordem *Theales* (*Rizobolacea*), do gênero *Caryocar* (PRANCE, 2023). Da polpa extrai-se um óleo que pode ser utilizado pela indústria culinária, cosmética, sabão, na área medicinal, farmacêutica o que se sabe é empírico, mas é notável a quantidade de provitamina A que possui no fruto (OLIVEIRA; GERRA et al., 2008).

A madeira do Pequi também é empregada em construções navais e civis, por causa de sua resistência e densidade por volta de 0,803g/cm<sup>3</sup> (OLIVEIRA; GERRA et al., 2008). Tem

nomes populares diversos como: pequi, piqui, piquiá, piquido-cerrado, piquiá bravo, pequerim, amêndoa-de-espinho, grão-de-cavalo e suari. A etimologia da palavra pequi, de origem tupi, significa espinhosa (SANTOS; SANTOS et al., 2013). Podendo chegar a 7m de altura. É uma planta semidecídua, pois perde as folhagens parcialmente durante o período seco. O Pequi pode ser encontrado em todo cerrado nacional, passando pelas regiões Centro-oeste, Norte e parte do Nordeste, de São Paulo ao Piauí, transpondo por Minas Gerais, Maranhão, Sergipe, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Alagoas, Rio Grande do Norte Tocantins, entre outros estados. Nenhuma de suas espécies é doméstica e a forma natural de cultivo é a semente, por isso, a propagação assexuada (OLIVEIRA; GERRA et al.,2008).

As características químicas do fruto indicam que ele tem um valor médio de vitamina C, ainda assim maior que o da laranja-da-bahia, limão-galego e tangerina. No óleo foram encontrados valores de C. vilosum superiores aos encontrados no abacate, amendoim e babaçu. Além de um valor proteico de 6,71% a 13,5%. Na amêndoa o valor da proteína fica entre 24% a 54% e no óleo de 42,2% a 47%. Os minerais são encontrados mais na amêndoa que na polpa, no que diz respeito a nutrição humana. Pequi tem um grande potencial antifúngico, na folha, no óleo essência, sem contar com os óleos fixos da semente e atua sobre diversos microrganismos (*Cryptococcus neofarmans* var. *neofarmans* e *Cryptococcus neofarmans* var. *gatti*) (OLIVEIRA; GERRA et al.,2008).

#### 2.4 CAGAITA (*EUGENIA DYSENTERICA* DC.)

É uma árvore frutífera, que pertence à família Myrtaceae, e gênero *Eugenia*, também conhecida como cagaiteira, que ocorre em maior quantidade em Latossolos Vermelho-amarelo, em temperaturas médias que podem variar entre 20°C e 25°C e altitudes de 380m a 1.100m. Ocorre não somente no cerrado, como também na caatinga e Mata Atlântica, a distribuição dessa planta é ampla, sendo comum em Minas Gerais e Bahia, cerrados e os também chamados de cerradões (CANDOLE, 2023). Podendo ocorrer em solos pobres, por isso, entende-se que seja pouco exigente com relação a fertilidade. Após plantada inicia-se a frutificação entre 4 e 5 anos de idade, e seus frutos ficam maduros em 4 semanas (SILVA. 2016).

O corpo vegetativo da Cagaita tem o porte médio, entre 4 e 10m de altura, seu tronco tortuoso possui de 20 a 40 cm de diâmetro. Seu período de florescimento é de agosto a setembro e suas flores são hermafroditas. Já o fruto é uma baga globosa-achatada e tem de duas a três sementes brancas envolvidas por uma polpa. Há também um cálice aderido ao fruto com a casca membranácea, endocarpo e mesocarpo suculentos (MARTINOTTO et al., 2007)

O interesse econômico tem foco no aproveitamento do fruto na área culinária, que além do consumo *in natura*, é usada para doces e bebidas. Ela é comum em inúmeros pratos típicos do cerrado. O fruto quando consumido em grande quantidade ou quente, pode causar embriaguez. Já a madeira da Cagaita tem densidade de  $0,82\text{g/cm}^2$ , que pode ser usada como lenha, mourão ou carvão. A casca é usada pela medicina popular para combater a diarreia, problemas no coração, diabetes e icterícia. Verificou-se ainda, atividade antifúngica, essa a partir do óleo hidrolisado, as folhas conseguem controlar o *Cryptococcus neoformans*. É também citada como melífera. Com grande quantidade de súber com espessura de 1 a 2cm. Ela ainda pode ser direcionada a indústria de cortiça e curtume. Sua comercialização se dá principalmente em mercados de cunho regional, restrito a parte central do país (MARTINOTTO et al., 2007).

Essa fruta do cerrado possui grande concentração de água (95%). Tem alta quantidades de ácido linolênico, graxos e também de vitamina C. São de extrema importância na membrana plasmática, na retina e no sistema reprodutor. Sua reprodução pode ser sexuada ou assexuada, apresentando tanto autofecundação e fecundação cruzada, essa sendo feita principalmente por mamangavas da espécie *Bombus atratus* e *B. morio*, geralmente no período da manhã (MARTINOTTO et al., 2007).

## 2.5 MAROLO (*ANNONA CRASSIFLORA* MART)

A *Annona crassiflora* Mart, que popularmente leva os nomes de Marolo, tapanahuacanga, araticum-do-mata, araticum, acanga é um fruto subgloboso, onde sua árvore pode chegar entre 5 e 6m de altura, é conhecida por seus galhos longos, pendentes e suberosos. É encontrada nos estados do Pará, Tocantins, Bahia, Maranhão, Piauí, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, em todo o bioma do cerrado (MENDES-SILVA et al., 2023). As sementes do Marolo são acometidas por insetos, têm germinação lenta e disforme. Inicialmente o embrião precisa formar seus órgãos para a germinação. Por causa da dormência, ocasiona alta deformidade nos estandes (MENDONÇA, 2014).

Partindo para o contexto social, o Marolo faz parte da nutrição da população do cerrado, o que dá uma identidade para essa. Os atrativos dessa fruta se dão por causa da cor, cheiro e sabor. É usado para produzir sorvetes, licores, doces, produtos para panificação. Ele é tão característico da região que em Lucia et al é ressaltado o fato de que o *Annona crassiflora* Mart é citado no livro Grande Sertão: Veredas de Guimarães Rosa, autor conhecido

nacionalmente que diz: “O quanto em toda vereda em que se baixava, a gente saudava o buritizal e se bebia estável. Assim que a matlotagem desmereceu em acabar, mesmo fome não curtimos, por um bem que se caçou boi. A mais ainda tinha araticum maduro no cerrado” (LUCIA et al., 2011).

A família da Annonaceae é amplamente visada pelo seu potencial na medicina popular para o tratamento de doenças como: reumatismo, diarreia, sífilis, ferimentos e picada de cobras. São ainda responsáveis por atividades antibacteriana, nematicida, moluscicida, antioxidante, anti-inflamatória e também a capacidade  $\alpha$ -amilase de insetos (SATO, 2023). As plantas medicinais têm uma grande representatividade sociocultural, principalmente em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos por ser uma alternativa para os problemas na saúde por meio de produção. É uma planta que tem um valor ornamental e medicinal (MENDONÇA, 2014). A atividade antioxidante do Marolo está associada a existência de compostos fenólicos na casca, polpa e semente dos frutos. Estudos feitos com extrato de composto etanólicos da casca do acanga identificaram fenóis na fração acetato de etila, além do proantocianidinas que está relacionada a inibir a peroxidação lipídica (SATO, 2023).

## 2.6 PATOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS

A patologia de sementes apresenta instrumentos e métodos para a identificação dos patógenos que potencialmente afetam sementes, nesse caso, de espécies florestais, e o seu tratamento, para que no final obtenha-se uma planta sadia. A realização de pesquisas que gerem resultados acerca desse tema, torna-se base para projetos que necessitem de produção de mudas de espécies nativas, como é o caso das ações de recuperação de áreas degradadas e pequenas áreas de produção (SALIB et al., 2012)

Neste contexto, a identificação e o conhecimento do modo de ação de organismos fitopatogênicos pode promover uma melhor integração de diferentes métodos de controle de doenças, aumentando as chances de sucesso de erradicação de patógenos, mais do que a utilização de um único método isoladamente (GRIGOLETTI JUNIOR et al. 2001; BARROCAS e MACHADO, 2010), resultando em um processo de armazenamento eficaz e seguro para ser aplicado em um banco de sementes de espécies nativas, atendendo as particularidades das sementes de cada espécie.

No que se refere a tecnologia e patologia de sementes, o uso de métodos físicos para aumentar a produção de plantas nativas oferece vantagens sobre os tratamentos convencionais à base de produtos químicos e suas substâncias. Os efeitos dos tratamentos de fortalecimento

físico em sementes podem ser agora abordados em vários níveis, variando de aspectos morfo-estruturais a mudanças na expressão gênica e no acúmulo de proteínas ou metabólitos (OLIVEIRA et al., 2011)

## 2.7 MICRO-ONDAS

A humanidade enfrenta um dos maiores desafios, no qual está relacionado a melhoria e a sustentabilidade da agricultura, ao mesmo tempo que reduz o seu impacto ambiental, para lidar com as demandas alimentares da crescente população global (EDMONDSON et al., 2017). O uso de fatores físicos é uma alternativa promissora para obter um alto rendimento da produção de espécies alimentícias, melhorando a proteção, fisiologia e armazenamento das sementes (ALADJADJIYAN, 2012).

Os impactos dos tratamentos físicos nas plantas estão sendo abordados em vários níveis, a partir de aspectos estruturais e genéticos. A fisiologia das plantas são excelentes modelos para a caracterização da resposta biológica em diversos fatores ambientais, que incluem os efeitos genotóxicos a reagentes físicos (BALESTRAZZI et al., 2011; CONFALONIER et al., 2014). Os tratamentos físicos impactam nas plantas fatores dependentes, incluindo a radiação com micro-ondas (dose total e dose taxa) e características da planta, como espécie, cultivar, idade e complexidade do tecido do órgão alvo (DE MICCO et al., 2014).

A radiação de 2.45 GHz com micro-ondas tem efeito promissor e benéfico na germinação e sanidade das sementes, crescimento e acúmulo de biomassa das plantas (TALEI et al., 2013). Os efeitos de micro-ondas em sementes dependem da espécie da planta e do estágio de crescimento, bem como, exposição, duração, frequência, densidade de potência (JAYASANKA e ASAEDA, 2014). Ressalta-se à importância da necessidade de estudos no Brasil sobre o uso de tecnologias de fácil acesso, viável e eficaz no tratamento de sementes.

Diversas pesquisas internacionais mostraram que os procedimentos/tratamentos com micro-ondas em plantas surge como uma técnica de baixo custo e possibilita a indução estrutural (parede celular e plastídios) e modificações químicas (KNOX et al., 2019 e ARAÚJO et al., 2016). Assim, o uso de radiação por micro-ondas na sanidade e germinação de sementes de espécies nativas do cerrado torna-se um método a ser difundido e eficiente que possibilitará a implementação de uma tecnologia de baixo custo e inédita no Brasil, proporcionando ao produtor acesso a material propagativo sadio e conseqüentemente reduzindo a utilizando de defensivos químicos.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREAS DE COLETA E DE EXECUÇÃO DA PESQUISA

A coleta das sementes foi realizada no município de Uruçuí, que pertence à microrregião do Alto Parnaíba e está localizado às margens do Rio Parnaíba, que faz divisa entre os estados do Piauí e Maranhão, dista cerca de 453 km da capital do estado, Teresina. Limita-se ao norte com o município de Antônio Almeida, já pertencente ao estado do Maranhão, ao sul com Palmeiras do Piauí e Alvorada do Gurguéia, a Leste com Sebastião Leal, Landri Sales e Manoel Emídio, e a oeste com Ribeiro Gonçalves (Estado do Maranhão) e Baixa Grande do Ribeiro (IBGE, 2020).

A pesquisa foi desenvolvida em parceria com o Laboratório de Análise de Sementes do Campus Cerrado do Alto Parnaíba, da Universidade Estadual do Piauí (Uruçuí-PI). Desta forma, esta pesquisa faz parte de um projeto guarda-chuva, desenvolvido em parceria entre a Instituição de Ensino Superior supracitada e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG-CDSA), estabelecida através da aprovação de projeto pelo Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional do Estado do Piauí, por meio de órgão de fomento à pesquisa (FAPEPI), e que tem por objetivo gerar avanços para a economia local e auxiliar a recuperação de áreas degradadas através da produção de mudas de espécies alimentícias nativas do Cerrado.

O experimento foi realizado do Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Sumé, Paraíba, Brasil. Desenvolvidos no período de fevereiro a maio de 2023.

#### 3.2 ESPÉCIES VEGETAIS

As espécies vegetais que serão estudadas são: [1] Pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.), [2] Cagaita (*Eugenia dysenterica* (Mart.) DC.), [3] Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), [4] Marolo (*Annona crassiflora* Mart). Tais espécies foram escolhidas de acordo com a sua importância para a segurança alimentar local, seu potencial econômico, ecológico e para bioprospecção (LEMOS et al. 2018).

### 3.3 TRATAMENTOS

Os tratamentos foram constituídos por: T0- Testemunha: sementes as quais não foram submetidas a nenhum tipo de tratamento; T1-10''/2,45 GHz/900w; T2- 20''/2,45 GHz/900w; T3-30''/2,45 GHz/900w; T4-40''/2,45 GHz/900w; T5- 50''/2,45 GHz/900w; T6- 60''/2,45 GHz/900w; T7-1'10''/2,45 GHz/900w; T8- 1'20''/2,45 GHz/900w, T9- 1'30''/2,45 GHz/900w.

### 3.4 IDENTIFICAÇÃO DE MICRORGANISMOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES

A detecção de patógenos associados às sementes foi realizada através do método de papel filtro ("Blotter Test") em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, para *E. dysenterica* e *A. crassiflora*, bandejas plásticas com dimensão de 40x10 cm para *C. brasiliense* e caixas gerbox de 10cm<sup>2</sup> para *M. flexuosa*, considerando os diferentes tamanhos e aspectos morfológicos das sementes. Utilizou-se 20 sementes por tratamento, distribuídas em 4 repetições de 5 sementes; uma vez que a produção de sementes florestais é muito menor quando comparada com a produção de grãos. As sementes foram incubadas em temperatura ambiente por um período de 7 a 14 dias (BRASIL, 2009).

Para a identificação do patógeno nas sementes, após incubação, foram realizadas leituras em microscópio estereoscópico das lâminas com amostras individuais de cada semente de todas as repetições. Os resultados foram expressos em percentagem de sementes infectadas (SING; SHIN; CHUNG, 1999; MENEZES; OLIVEIRA, 1993). A identificação dos espécimes encontrados foi realizada por método de comparação, usando como material de apoio o Manual de Análise Sanitária do Ministério da Agricultura. Pela fórmula de incidência foi determinado o percentual de fungos, e a percentagem de sementes infectadas através dos resultados obtidos (BRASIL, 2009).

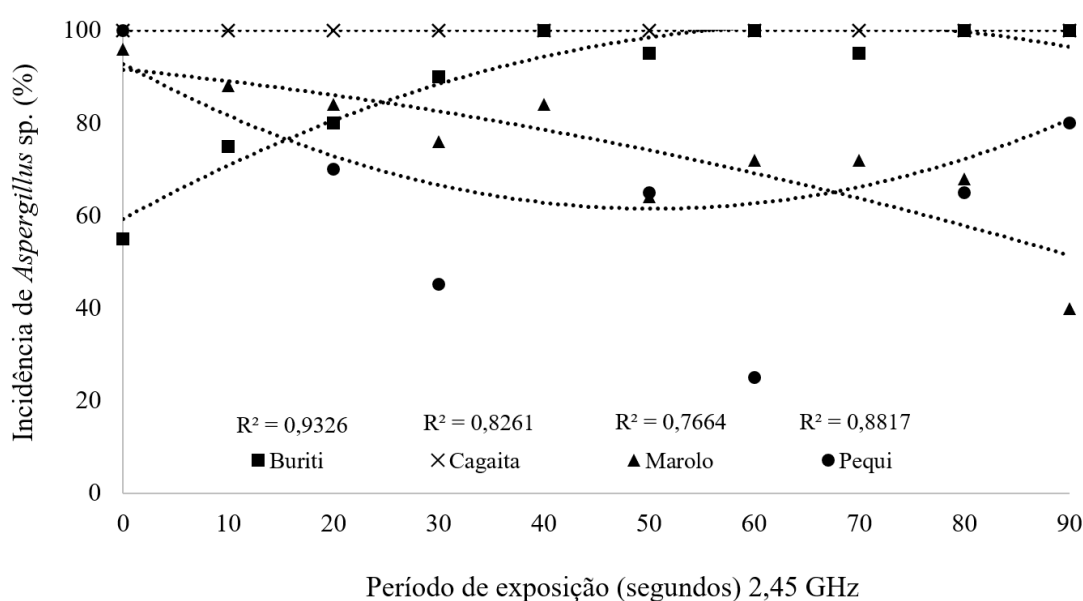
### 3.5 ANÁLISE DE DADOS

O delineamento utilizado nos experimentos da análise sanitária e fisiológica foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se no Gráfico 1, a incidência de 100% do fungo *Aspergillus* sp. para Cagaita em todos os tempos de exposição. No caso do Buriti, sendo a menor incidência do fungo em T0. Para o Marolo, houve redução progressiva do fungo com o aumento do tempo de exposição, sendo o de 90s o mais eficaz reduzindo incidência a 40%. Para o Pequi, o menor tempo de exposição para menor incidência foi o de 60s.

**Gráfico 1** - Incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz.



**Fonte:** Construído com os dados da pesquisa.

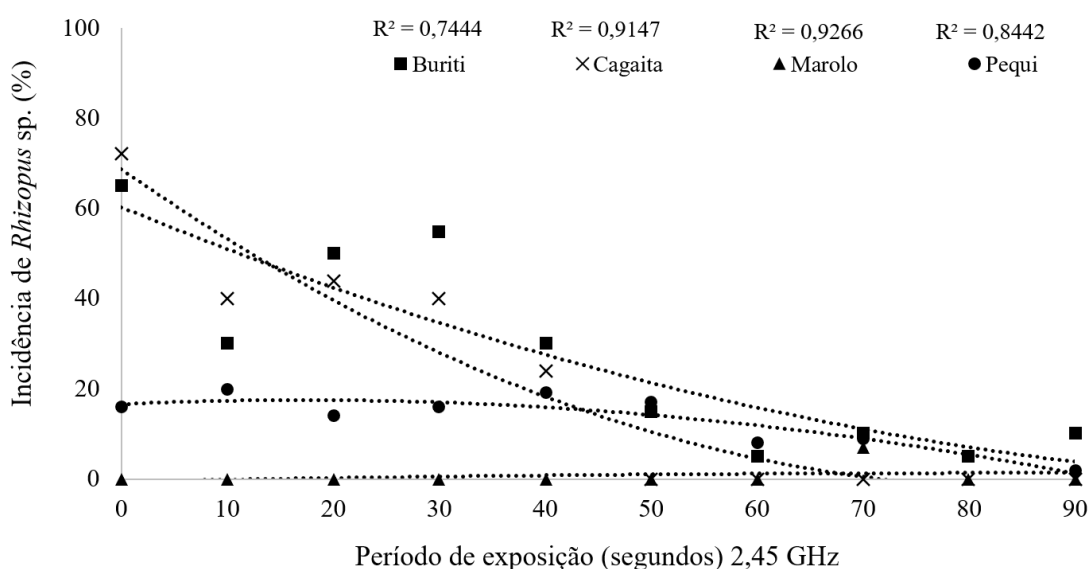
O gênero *Aspergillus* foi descoberto por um italiano de nome Pietro Micheli, no ano 1729 e assim denominado devido sua morfologia assemelhar-se com um *Aspergillum* onde é colocada a água benta em que o sacerdote utiliza. Com relação à sua taxonomia, as espécies do gênero pertencem à classe Ascomycetos e à família Aspergillaceae, no qual existem aproximadamente 200 espécies (D'ELIA, 2021). O fungo também está associado a deterioração e podridão de sementes ocasionada pela umidade (VECHIATO, 2010).

No Gráfico 2, constatou-se que a incidência de *Rhizopus* sp. em Cagaita, inicialmente, com valor de 72%, foi reduzida no decorrer do aumento do tempo de exposição, sendo tempos entre 70s e 90s eficazes para o controle total do fungo. O Buriti, teve a incidência inicial de 65% no tempo de exposição 0s, sendo o melhor tempo com menor incidência o de 80s. Nesses



testes, o Marolo não teve a incidência de *Rhizopus* sp. Já a incidência inicial do fungo no Pequi, foi de 20% no tempo de exposição 0s, tendo seu melhor desempenho no tempo de exposição de 60s, onde a incidência foi de 8%.

**Gráfico 2** - Incidência de *Rhizopus* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz.



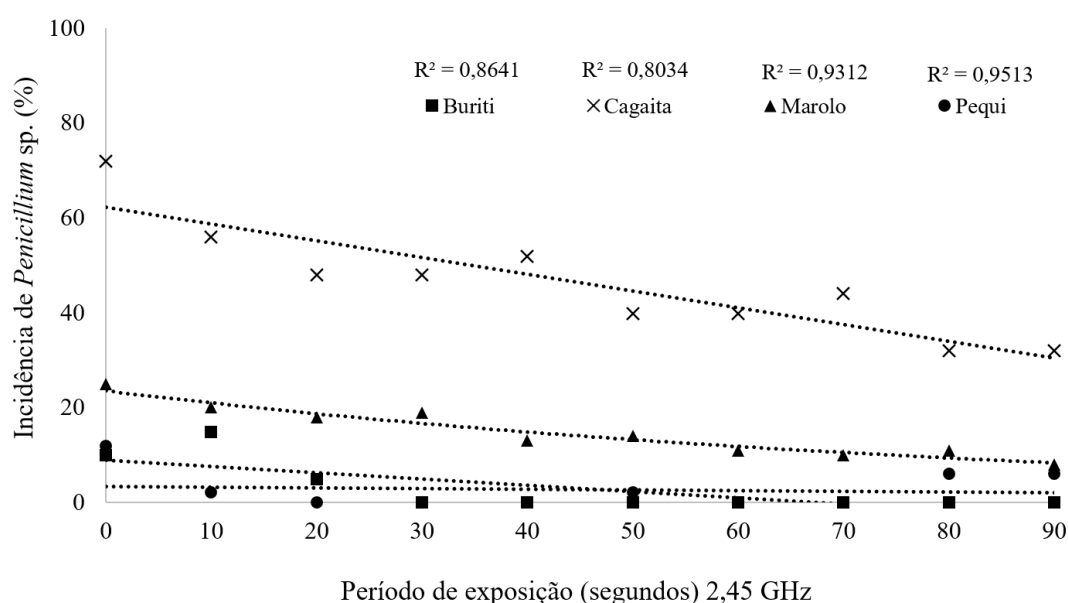
**Fonte:** Construído com os dados da pesquisa.

Os fungos do gênero *Rhizopus* são conhecidos por pesquisadores como importantes agentes etiológicos de doenças pós-colheita de frutos e outras partes vegetais, a ploriferação desse fungo é favorecida pela temperatura com rápida disseminação, tipicamente brancos e cinzas. *Rhizopus* sp. é considerado como fungos de armazenamento. Além disso é um fungo oportunistas, ele depende de condições favoráveis para se instalar tecidos das sementes com germinação afetando a viabilidade (OLIVEIRA et al., 2017).

No Gráfico 3, observa-se a incidência de *Penicillium* sp., onde para Cagaita houve controle do fungo, reduzindo em 35% a ocorrência no tempo de 80s. No Buriti, inicialmente, teve-se uma incidência de 10% e incidência de 0% no tempo de exposição de 30s. O Marolo com incidência de 25% no tempo de exposição de 0s, obteve seu melhor desempenho no tempo

de exposição de 90s. Já o Pequi, teve no tempo de exposição 0s a incidência de 10% e 0% a partir do tempo de exposição 20s.

**Gráfico 3** - Incidência de *Penicillium* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz.

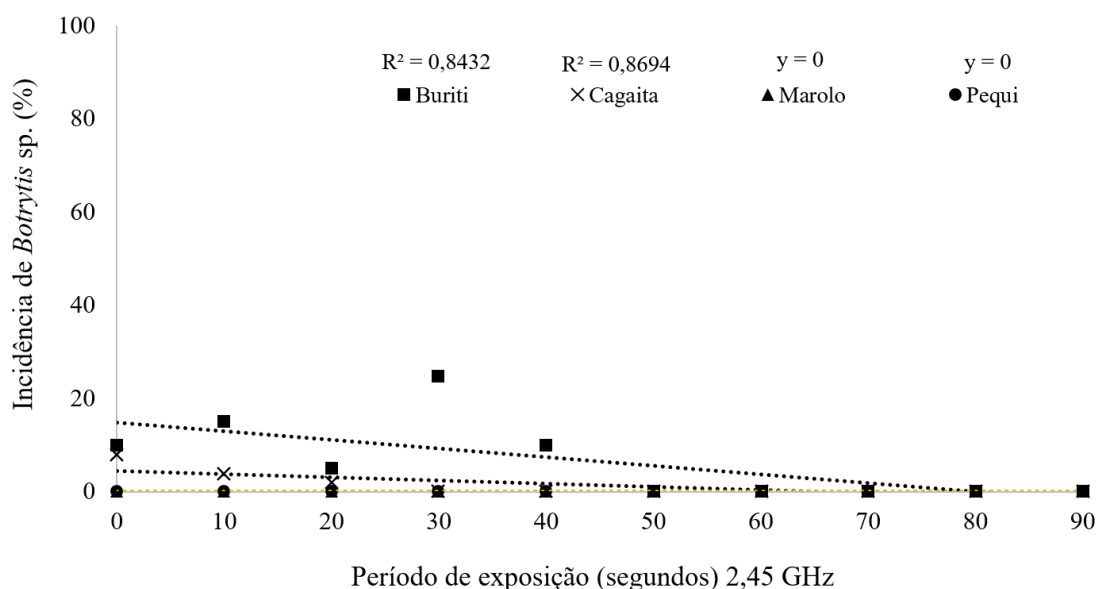


**Fonte:** Construído com os dados da pesquisa.

O nome desse gênero significa “escova”, por causa morfologia parecer uma, e está no subfilo Pezizomycotina, classe Eurotomycetes, ordem Eurotiales e família Trichocomanaceae (D'ELIA, 2021). O *Penicillium* sp. é um fungo filamentosos de grande distribuição. É um dos gêneros de fungos mais conhecidos, tendo 200 espécies encontradas em mundo em diferentes habitats, incluindo solo, ar, ambientes extremos e vários produtos alimentares (PERES, 2022). Nas sementes ele gera a podridão decorrido do alto teor de umidade (VECHIATO, 2010).

No fungo *Botrytis* sp. (Gráfico 4), para Cagaita observa-se controle da ocorrência a partir do tempo de exposição de 30s. Na semente do Buriti o *Botrytis* sp. inicia o tempo de exposição de 0s com 10% de incidência, tendo um aumento significativo nessa no tempo de 30s de exposição as micro-ondas e diminuindo a 0% no tempo de exposição de 50s. Não houve registro de *Botrytis* sp. para o Marolo e o Pequi.

**Gráfico 4** - Incidência de *Botrytis* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz.



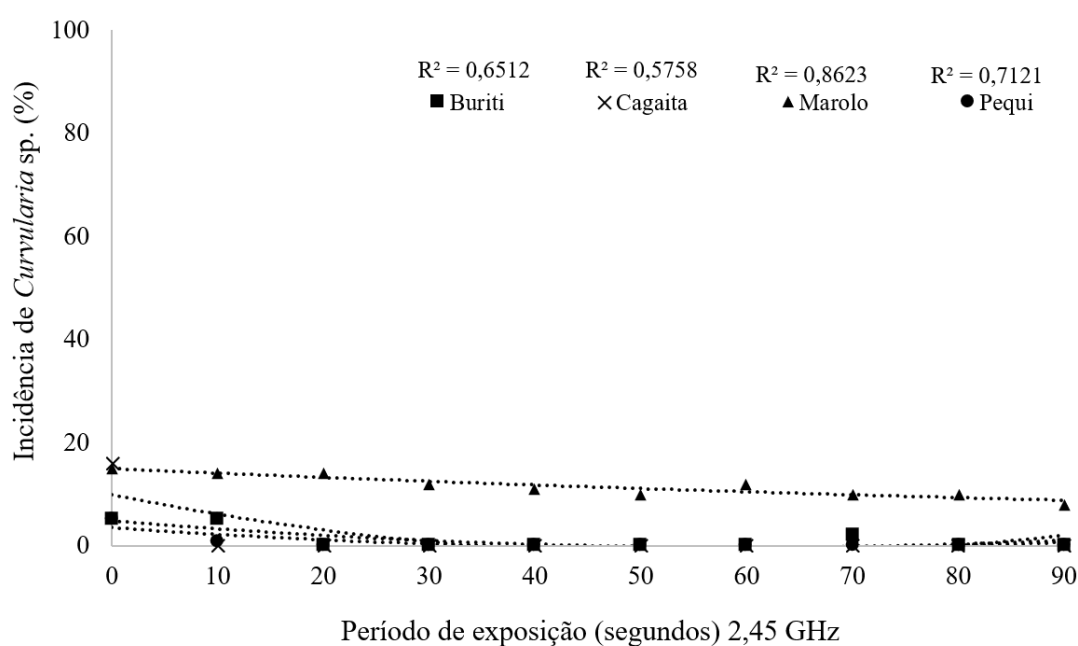
**Fonte:** Construído com os dados da pesquisa.

Com relação ao *Botrytis* sp. que produz grande quantidade de micélio acinzentado e constituído por hifas e conidióforos ramificados que têm no ápice conídios unicelulares, ovoides, incolores ou acinzentados (TOFOLI, 2011). Causa a podridão folhas, pecíolos, caule, botões, florais e pétalas. A doença é favorecida principalmente por temperaturas amenas e alta umidade, característico do bioma estudado nesse manuscrito. Para o controle da doença causada pelo fungo são tradicionalmente utilizadas medidas de controle como: o uso de cultivares resistentes ao manuseio de colheita, poda de folhas, caules mortos, circulação de luz e ar, além do tratamento com fungicidas (ALMEIDA, 2014). Por isso foi escolhido um tratamento alternativo para o controle que fosse de baixo custo e rápido.

No Gráfico 5 *Curvularia* sp. na semente da Cagaita, no tempo de exposição inicial de 0s teve incidência em torno de 16% e a partir dos 10s de exposição o fungo se igualou a incidência de 0%. A exposição do Buriti as micro-ondas tornou a incidência do patógeno 0% no tempo de 20s. No Marolo o tempo de exposição inicial de 0s, teve a incidência de *Curvularia* sp. de 15%, e teve uma diminuição pouco significativa ao decorrer dos tempos de exposição,

finalizando com 10% de incidência no tempo final de 90s. No Pequi, inicialmente, teve incidência de 5% em um tempo de exposição de 0s e com o decorrer do tempo, a partir da exposição de 20s sua incidência se iguala a 0%.

**Gráfico 5** - Incidência de *Curvularia* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz.



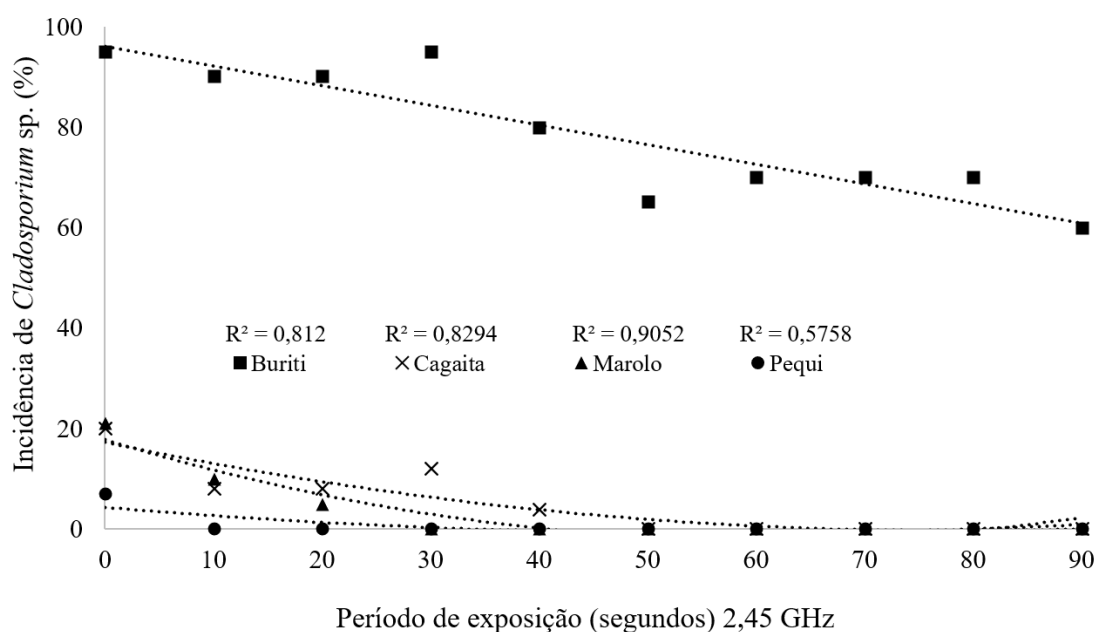
**Fonte:** Construído com os dados da pesquisa.

Nesse contexto, *Curvularia* sp. também é amplamente encontrado ao redor do mundo. Esse gênero fúngico inclui vários patógenos em plantas e alguns emergentes em humanos o fungo pode estar associado a espécies vegetais, no formato saprofítica, endofítica ou como parasita. Espécies desse gênero são responsáveis por diversas doenças em plantas cultivadas, causando principalmente manchas foliares (MOURÃO et al. 2017). É potencialmente patogênico às sementes de florestais, podendo ocasionar podridão, manchas foliares e danos em plântulas (VECHIATO, 2010)

Quanto à incidência de *Cladosporium* sp. (Gráfico 6), para o Pequi, Marolo e Cagaita, houve controle do fungo a partir dos tempos respectivos de exposição de 10s, 30s e 50s. O

Buriti, mesmo havendo uma diminuição do fungo, essa não foi tão significativa quanto as demais, oscilando durante os tempos de exposição, chegando a 95% (30s), sendo sua menor incidência de 60% no tempo de 90s.

**Gráfico 6** - Incidência de *Cladosporium* sp. em sementes de Buriti (*Mauritia flexuosa*), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Marolo (*Annona crassiflora*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*) submetidas a diferentes períodos de exposição a ondas eletromagnéticas com frequência de 2,45 GHz.



**Fonte:** Construído com os dados da pesquisa.

Sobre o *Cladosporium* sp. é um fungo dematiaceo de distribuição mundial, e é considerado um dos fungos mais comuns no meio ambiente, encontrados em regiões temperadas. Além de causar doenças aero alérgicas nos seres humanos, nas sementes estudadas, eles causam geralmente manchas foliares em mudas de várias espécies florestais acarretando em perda da qualidade da muda e, conseqüentemente, prejuízos na produção. Também são conhecidos como endófitos comuns (MENESES et al. 2017; CARMO et al. 2017). O gênero, foi criado por Link, no ano de 1816, que compreende mais de 189 espécies. É de fácil adaptação, colonização e contaminação dos diferentes substratos e ambientes. Apresentam coloração normalmente acastanhada, pois tem pigmento melânico em sua parede celular, esse pigmento

protege o organismo de estresse ambiental. São fungos de crescimento lento, atingindo a maturidade de 14-21 dias (MENESES et al. 2017).

Estima-se que existam de pelo menos 2,2 à 3,8 milhões de espécies de fungos no planeta, dessa aproximadamente 10% foram isolados e descritos. No Brasil, no ano de 2010 indicou que existiam 14.923 espécies de fungos em território nacional. Destas, 5.719 espécies foram catalogadas, distribuídas em 1.246 gêneros, 102 ordens e 13 divisões (PERES, 2022).

## 5 CONCLUSÃO

A eficácia do tratamento de exposição as micro-ondas, variou com relação ao fungo e ao tempo de exposição. No entanto, foi assertivo para as sementes de Marolo e Pequi com o tempo de exposição de 90s e 60s respectivamente, para o fungo *Aspergillus* sp. Já no *Rhizopus* sp. o tratamento foi eficaz para a Cagaita, 70s; Buriti, 80s e Pequi, 60s. O *Penicillium* sp. teve sua eficiência na Cagaita, Buriti. Marolo e Pequi nos respectivos tempos de 80s, 30s, 90s, 20s. O tratamento de micro-ondas foi eficaz contra o *Botrytis* sp. para a Cagaita e o Buriti em 100% nos tempos maiores de 50s. Os fungos *Curvularia* sp. e *Cladosporium* sp. tiveram alterações significativas em todas as sementes sob o tratamento de exposição de tempo de 90s.

O tratamento de exposição a micro-ondas, mostrou-se eficaz na maior parte dos fungos estudados. Tornando-se uma grande aliada para pequeno produtor, já que por sua vez é uma tecnologia de baixo custo.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, S. A. B. 2001. **Biologia Reprodutiva de *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em Vereda no Município de Uberlândia-MG**. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 87p.
- ADAMS, C.; ARAUJO, L. G. de; SANCHES, R. A.; FUTEMMA, C. R. T.; BUZATI, J. R.; SANCHES, V. H.; MACEDO, G. S. S. R. Governança da restauração florestal do Brasil: desafios e oportunidades. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Paraná, n. 58, p. 450-473, 2021.
- ALADJADJIYAN, A. Physical factors for plant growth stimulation improve food quality, in Food Production - Approaches, Challenges and Tasks, ed. A. Aladjadjiyan (**Rijeka: In Tech**),145–168. 2012.
- ALMEIDA, N. **Atividade antifúngica de extratos da própolis contra o fungo *Botrytis sp. isolados de morango***. 2014. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.
- ARAÚJO, S.S., PAPARELLA, S., DONDI, D., BENTIVOGLIO, A., CARBONERAD; BALESTRAZZI, A. Physical Methods for Seed Invigoration: Advantages and Challenges in Seed Technology. **Frontiers Plant Science**. 7:646. 2016.
- BALESTRAZZI, A., CONFALONIERI, M., MACOVEI, A., CARBONERA, D. (2011). Seed imbibition in *Medicago truncatula* Gaertn: expression. Profiles of DNA repair genes in relation to PEG-mediated stress. **J. Plant Physiol**. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de defesa Agropecuária: Brasília. MAPA/ACS, 2009. 398p.
- CARVALHO, L. R. de; SILVA, E. A. A. da; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 2, p.15-25, 2006.
- CIPRIANI, H. N.; ALVAREZ, I. A.; EULER, A. M. C.; CALDEIRA, D. R. M.; COSTA, G. G.; TRONCO, K. M. Q.; Espécies florestais nativas para pesquisa e desenvolvimento em Rondônia. **Comunicado técnico**. Porto Velho, n. 421, p. 2-16, 2021.
- CONFALONIERI, M., FAE, M., BALESTRAZZI, A., DONA, M., MACOVEI, A., VALASSI, A. Enhanced osmotic stress tolerance in *Medicago truncatula* plants over expressing the DNA repair gene MtTdp2a (tyrosyl-DNA phosphodiesterase2). **Plant Cell Tissue Organ.Cult**. 116, 187–203. 2014.
- CORADIN, L. CAMILLO, J.; OLIVEIRA, C. N. S. A iniciativa plantas para o futuro. In: **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro da região Nordeste** [recurso eletrônico] / Editores Lidio Coradin, Julcéia Camillo, Frans Germain Corneel Pareyn; Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. – Brasília, DF: MMA, p. 33-45, 2018.



D'ELIA, G. M. A. **Prospecção de metabólitos de *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. da coleção de fungos da Amazônia (CFAM) para atividade antimicrobiana e produção de proteases.** 2021. 42 f. TCC (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus.

DE MICCO, V., PARADISO, R., ARONNE, G., DE PASCALE, S., QUARTO, M., ARENA, C. Leaf anatomy and photochemical behaviour of *Solanum lycopersicum* L. plants from seeds irradiated with low-LET ionising radiation. **Sci. World J.** 2014:428141. 2014.

EDMONDSON, J.L., DAVIES, Z.G., GASTON, K.J., LEAKE, J.R. Urban cultivation in allotments maintains soil qualities adversely affected by conventional agriculture. **J. Appl.Ecol.** 51, 880–889. 2017.

FANÇOSO, C. F.; BARBEDO, C. J. Tratamentos osmóticos e térmicos para controle de fungos em sementes de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Hoehnea**, n. 41, p. 541-552, 2014.

FUJITA, E. **Qualidade e conservação frigorificada do fruto de buriti (*mauritia flexuosa* L. f.).** 2007. Xi, 52 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2007.

GRIGOLRTTI, A.; AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos; Estratégias de Manejo de Doenças em Viveiros Florestais. **Currículo Técnico**, n.47, p. 1-8, 2001.

HORA, J. S. L.; SILVA, T. C.; NASCIMENTO, V. T. “É natural, é bom! São frutos que vem da natureza”: Representações locais sobre o consumo de plantas alimentícias silvestres em uma área rural do Brasil. **Ethnoscientia**. V. 5, 2020

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), 2019. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

JAYASANKA, S.M.D.H., ASAEDA, T. The significance of microwaves in the environment and its effect on plants. **Environ. Rev.** 22, p. 220–228. 2014.

JUNQUEIRA, N. T. V.; SUSSEL, A. A. B.; DUBOC, E.; JUNQUEIRA, K. P.; BRAGA, M. F. Doenças do pequizeiro. **Documentos**, n. 377, p. 9-39, 2021.

JUNIOR, M. S. S.; CALIARI, M.; VERA, R.; MELO, C. S. Filmes plásticos e ácido ascórbico na qualidade de araticum minimamente processado. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1779-1785, nov-dez, 2007.

KNOX, O.G.G., MCHUGH, M.J., FOUNTAINE, J.M., HAVIS, N.D. Effects of microwaves on fungal pathogens of wheat seed. **Crop Prot.** 50, 12–16. 2019.

KOOLEN, H. H. F.; SILVA, F. M. A. da; GOZZO, F. C.; SOUZA, A. Q. L de; SOUZA, A. D. L. de; Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia Flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS-MS. **Food Research International**. 51, p. 467-473. 2013.

LEMOS, E. E. P.; ALVES, R. E.; MADEIRA, N. R. Espécies alimentícias nativas do Nordeste. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Eds.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. – Brasília, DF p. 123-128, 2018.

LUCIA, F. D. Marolo (*Annona Crassiflora Mart.*): Gerando Trabalho e Renda. **Extensio**, Florianópolis, n. 11, p. 81-91, 2011.

MARTINOTTO, C.; PAIVA, R.; SANTOS, B. R.; SOARES, F. P.; NOGUEIRA, R. C.; SILVA, A. A. N. **Efeito da escarificação e luminosidade na germinação in vitro das sementes de Cagaiteira (*Eugenia dysenterica DC.*)** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 6, p. 1668-1671, nov./dez., 2007.

MENDES-SILVA, I.; Lopes, J.C.; Silva, L.V.; Bazante, M.L. *Annona in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB117092>>. Acesso em: 04 mai. 2023.

MENDONÇA, A. N. de, **Isolamento e seleção de fungos endofíticos produtores de compostos bioativos associados à *Annona crassiflora***. 2014. 90p. Tese (Mestrado em Ciências Farmaceuticas) – Curso Ciências Farmaceuticas – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2014.

MENEZES, C. P.; PEREZ, A. L. A. L.; OLIVEIRA, E. L. *Cladosporium* spp: Morfologia, infecções e espécies patogênicas. **Acta Brasiliensis**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 23-27, jan. 2017. ISSN 2526-4338. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/6>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MOURÃO, D. D. S. C., SÁGIO, S. A., SOUZA, M. R. D., & SANTOS, G. R. D. (2017). **IDENTIFICAÇÃO MORFOLÓGICA E MOLECULAR DE *Curvularia* sp. AGENTE CAUSAL DA MANCHA FOLIAR DO MILHO. REVISTA BRASILEIRA DE MILHO E SORGO**, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n1p1-12>

NASCIMENTO, V. T.; DE MOURA, N. P.; VASCONCELOS, M. A. S.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semiarid region of northeastern Brazil. **Food Research International**. V. 44, p. 2112–2119, 2011.

NUNES, E. N.; GUEERA, N. M.; ARÉVALO-MARÍN, E.; ALVES, C. A. B.; NASCIMENTO, V. T.; CRUZ, D. D.; LADIO, A. H.; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, R. S.; LUCENA, R. F. P. Local botanical knowledge of native food plants in the semiarid region of Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**. v.14, p.1–13, 2018.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. A.; GONÇALVES, E. P.; GUEDES, R. S.; SILVA NETO, J. J. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N.B.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E. Aspectos Agronômicos e de qualidade do Pequi. **Embrapa Agroindústria Tropical**. v.1, p. 9-22. 2008.

OLIVEIRA, M. I. D.; ARAÚJO, M. B. M.; NASCIMENTO, L. V.; SILVA, E. D. D. da; AMBRÓSIO, M. M. de Q. Sanidade de sementes de *Crataeva tapia* e *Ziziphus joazeiro*. **Revista Verde**, v.12, n.5, p.858-861, 2017.

PARISI, J.J.D., Santos, A.F.; Barbedo, C.J.; Medina, P.F.. **Patologia de Sementes Florestais: Danos, Detecção e Controle, uma revisão**. **Summa Phytopathologica**. v.45, n.2, p.129-133, 2019.

PERES, E. G. **Estudo metabolômico de *Penicillium* sp. por meio de espectrometria de massas de alta resolução e redes moleculares**. 2022. 107p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2022.

PRANCE, G.T.; Pirani, J.R. *Caryocaraceae in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB6688>>. Acesso em: 04 mai. 2023.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M. A. Sementes florestais brasileiras: início precária, presente inebriante, futuro, promissor? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 771-784, 2014.

SALIB, N.C; CRUZ, F.C.; SOUZA, T. C. Incidência de fitopatógenos associados às sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Ciência e Tecnologia**. v. 12, n. 1, p.24-31. 2012.

SANTOS, F. S.; SANTOS, R. F.; DIAS, P.P.; ZANÃO, L.A.; TAMASSONI, F. A cultura do Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Acta Iguazu**, Cascavel, v.2, n.3, p. 46-57, 2013.

SATO, A. O. **Avaliação do potencial antioxidante e antipatogenico do araticum (*Annona crassiflora* Mart.) em adipócitos 3T3-L1**. 2023. Graduação – Curso Biotecnologia – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

SATTERTHWAITE, D.; MCGRANAHAN, G.; TACOLI, C. Urbanization and its implications for food and farming. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**. v. 27, p. 2809-2820, 2010.

SERPA, R. L. P.; MORAIS, I. L. de; SANTOS, A. B. S.; COSTA, R. R. G. F.; NASCIMENTO, A. R. T. Biometria de infrutescências, frutos e sementes de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em veredas do sul goiano. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e53311831458, 2022.

SILVA, M. M. M. da. **Estudo do desenvolvimento fisiológico da Cagaita (*Eugenia dysenterica*)**. 2016. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso Agronomia – Universidade Federal do Goiás, Goiania, 2016.

SOUZA, G. V. A. O desempenho das feiras do agronegócio no MATOPIBA: consumo produtivo para o campo moderno. **Ateliê Geográfico – Goiânia, Goiânia**, v.13, n.3, p.2954, dez/2018.

*Eugenia in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10388>>. Acesso em: 04 mai. 2023.

TALEI, D., VALDIANI, A., MAZIAH, M., MOHSENKHAH, M. Germination response of MR219 rice variety to diferente exposure times and periods of 2450MHz microwave frequency. *Sci. World J.* 2013:408026. 2013.

TOFOLI, J. G.; FERRARI, J. T.; DOMINGUES, R. J.; NOGUEIRA, E. M. C. Botrytis sp. Em especies hortícolas: hospedeiros, sintomas e manejo. **Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p.11-20, 2011

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/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/SementesFlorestais/index.htm)>. Acesso em: 14/6/2023

VIANA, S.A. *Mauritia in Flora e Funga do Brasil.* Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15723>>. Acesso em: 04 mai. 2023.

XAVIER FILHO, B. J.; HACKENHAAR, N. M.; ABREU, Y. MATOPIBA – Paradigmas energéticos da nova fronteira agrícola. 10 Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, 2015, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.

ZACHARIAS, S. R.; CUADRADO-PACHON, D.; OLIVEIRA, L. P. de; BATISTA, S. G.; ARRUDA, R. do C. de O.; BARTOLOTTI, I. M. Plantas lenhosas conhecidas para a tecnologia em um assentamento rural do cerrado. **Revista Etnobiología**. Vol 18, n. 2, p. 41-61, 2020.