



**INFLUÊNCIA DO OZÔNIO NA SUPERAÇÃO DA
DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Caryocar brasiliense* Camb. EM
AMBIENTE URBANO E CERRADO**

LUIZ HUMBERTO PEREIRA DE ALMEIDA JÚNIOR





UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**INFLUÊNCIA DO OZÔNIO NA SUPERAÇÃO DA
DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Caryocar brasiliense* Camb. EM AMBIENTE
URBANO E CERRADO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Departamento de Engenharia Florestal da
Universidade de Brasília como requisito
parcial para obtenção do grau de engenheiro
florestal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosana de Carvalho Cristo Martins

Co-orientador: Prof^o. Dr. Ernandes Rodrigues de Alencar

Brasília/DF,
Outubro de 2021.

FICHA CATALOGRÁFICA

Pereira de Almeida Júnior, Luiz Humberto.

Influência do ozônio na superação da dormência de sementes de *Caryocar brasiliense* Camb. em ambiente urbano e cerrado / Luiz Humberto Pereira de Almeida Júnior. Brasília: UnB, 2021. 33 p.

Monografia (Graduação) – Engenharia Florestal – Universidade de Brasília, 2021.

1. Pequi. 2. *Caryocar brasiliense*. 3. Germinação 4. ozônio. 5. Tecnologia de sementes.

I. Martins, Rosana de Carvalho Cristo, orient. II. Rodrigues de Alencar, Ernandes, co orient.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Marlene e Luiz, e irmã Clara, que me incentivaram nos momentos difíceis e me apoiaram até o último instante.

A minha amiga Josiane por todo o apoio e ajuda, que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

A professora Rosana, por ter me acolhido como orientado e ter tamanha disposição.

Aos professores Ildeu e Ernandes pelas contribuições e correções ao andamento da pesquisa.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, com a pesquisa e elaboração do trabalho.

RESUMO

São diversos os fatores que influenciam a germinação das sementes, que podem interferir diretamente na produção e qualidade de mudas. Um destes fatores é a dormência de sementes que consiste em sementes viáveis que não germinam apesar de lhes serem fornecidas as condições ambientais adequadas para germinarem. Para superação da dormência de sementes de pequi, é necessário retirada da polpa e imersão em ácido giberélico. Este trabalho buscou avaliar a eficácia do uso de ozônio gasoso e líquido na superação de dormência de sementes de *Caryocar brasiliense* em duas localidades, urbana e cerrado. Foram avaliados 5 tratamentos para cada localidade: 1-Ácido giberélico; 2- O₃ gasoso; 3- O₃ líquido; 4- Ácido Giberélico + O₃ gasoso; 5- Ácido Giberélico + O₃ líquido. A concentração de ozônio utilizado foi de 10mg/L, na temperatura de 25 °C e vazão de 1,0 L min⁻¹ durante um tempo de exposição de 30 minutos. Os frutos cujos tratamentos demandassem, foram imersos em solução de ácido giberélico, 500 mg L⁻¹, por 96 horas. Foi adotado um modelo de delineamento de blocos casualizados. Como resultado, os tratamentos sem ácido giberélico não germinaram. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos 1, 4 e 5, indicando que o ozônio não teve eficácia na superação da dormência.

Palavras chave: Pequi; *Caryocar brasiliense*; germinação; ozônio; tecnologia de sementes.

ABSTRACT

There are several factors that influence seed germination, which can directly influence the production and quality of seedlings. One of these factors is seed dormancy, which consists of viable seeds that don't germinate despite being provided adequate environment conditions to germinate. To overcome the dormancy of pequi seeds, it is necessary to remove the pulp and immerse it in gibberellic acid. The objective of this work was to evaluate the effectiveness of the use of gaseous and liquid ozone in overcoming dormancy of *Caryocar brasiliense* seeds in two localities, urban and cerrado. Four treatments were tested for each location: 1-Gibberellic acid; 2- O₃ gas; 3- O₃ liquid; 4- Gibberellic Acid + O₃ gas; 5- Gibberellic acid + liquid O₃. The concentration of ozone used was 10mg/L, at a temperature of 25 °C and a flow rate of 1.0 L min⁻¹ during an exposure time of 30 minutes. The fruits whose treatments required, were immersed in gibberellic acid solution 500 mg L⁻¹, for 96 hours. A randomized block design statistical model was used. As results, the treatments without gibberellic acid did not germinate. There was no significant difference between treatments 1, 4 and 5, indicating that ozone was not effective in overcoming dormancy.

Key words: Pequi; *Caryocar brasiliense*; germination; ozone; seed technology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO GERAL	11
2.1. Objetivos específicos	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1. O bioma Cerrado	11
3.2. Caracterização da espécie	12
3.3. Usos e fatores econômicos da espécie	14
3.4. Tecnologia de sementes	15
3.5. Ozonização	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Coleta e beneficiamento de sementes	17
4.2. Tratamentos de superação de dormência das sementes	18
4.3. Teste de germinação	21
4.4. Delineamento e Análise estatística	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5.1. Germinação e Índice de Velocidade de emergência (IVE).....	23
5.2. Análise estatística, ANOVA e Teste de Significância	25
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- (A) Caryocar brasiliense adult; (B) Ritidoma de Caryocar brasiliense; (C) Folhas de Caryocar brasiliense; (D) Fruto aberto de Caryocar brasiliense. Fonte: autoral.	13
Figura 2- Estrutura do fruto do pequi – Caryocar brasiliense Camb. (1- exocarpo; 2- mesocarpo; 3- endocarpo; 4- revestimento da semente; 5- semente). Fonte: (VIEIRA, 2017).	14
Figura 3- Peneira para retirada da polpa de pequi. Fonte: autoral.	18
Figura 4- Separação dos pirênios nos sacos de filó. Fonte: autoral.	19
Figura 5- (A): Bandeja vedada para ozonização com o gás; (B): Gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD). Fonte: autoral.	20
Figura 6- Recipiente cilindrico utilizado na ozonização com água. Fonte: autoral.	20
Figura 7- Bandejas com os pirênios de pequi plantados em vermiculita. Fonte: autoral.	21
Figura 8 - Gráfico de Linhas da germinação ao longo dos 60 dias.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas das matrizes. Fonte: App UTM Geo Map.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2 – Porcentagens médias e IVE, seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Local 1.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3 - Porcentagens médias e IVE, seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Local 2.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4 - Valores de Média, Variância, Desvio padrão e coeficiente de variação. Localidade 1.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5 - Valores de Média, Variância, Desvio padrão e coeficiente de variação. Localidade 2.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6 - Resumo da ANOVA referente a Germinação (GER), Fungadas (FUNG), Não Germinadas (NÃO GER). Localidade 1**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 7 - Resumo da ANOVA referente a Germinação (GER), Fungadas (FUNG), Não Germinadas (NÃO GER). Localidade 2.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 8 - Resultado do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 9 - Teste de Friedman para IVE. Localidade 1....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 10 - Resumo da ANOVA referente ao IVE. Localidade 2.**Erro! Indicador não definido.**

1. INTRODUÇÃO

O cerrado dentre todas as suas características é o segundo maior bioma do Brasil, possuindo inegável valor de biodiversidade de fauna e flora, além de ser uma área com grande potencial aquífero, essencial para manutenção das águas do Brasil. Dentre as plantas de porte arbóreo, com suas diversas características advindas do cerrado, a forma de propagação mais interessante, de modo geral, é através da propagação sexuada, ou seja, por sementes.

Dentre os aspectos a serem investigados na tecnologia de sementes destacam-se a dormência e a qualidade fitossanitária. Embora conhecido há muito tempo, o fenômeno da dormência em sementes ainda desafia os pesquisadores pela sua complexidade e múltiplos mecanismos envolvidos (CARDOSO, 2009). O tegumento impermeável à água e gases, uma das causas mais comuns de dormência em sementes, é o principal modulador na interação entre os tecidos internos da semente e o meio ambiente (HILHORST, 2007).

Com relação a presença de patógenos (especialmente os fungos), estes podem reduzir a capacidade germinativa de um lote de sementes e apresentar problemas na interpretação dos resultados dos testes de germinação conduzidos em condições de laboratório ou de campo (SANTOS; PARISI; MENTEN, 2011). A manipulação de sementes tratadas tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação que permitam a redução dos riscos de toxicidade, e manutenção da qualidade das sementes.

Desta forma, o uso do ozônio no tratamento sanitário e na superação da dormência de sementes tem se mostrado promissor. O ozônio (O₃), além de ser um poderoso agente oxidante, é um poderoso desinfetante (KEELS et al. 2001; MENDEZ et al., 2003; GUZEL-SEYDIM; GREENEB; SEYDIMA, 2004) que pode ser gerado no local, através de um processo de descarga elétrica (KIM; YOUSEF; DAVE, 1999). Além disso, participa de um grande número de reações com compostos orgânicos e inorgânicos (KUNZ, 2002; ALMEIDA et al., 2004).

A espécie *Caryocar brasiliense* Camb. é amplamente distribuída em diferentes regiões do Cerrado, principalmente nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (ALMEIDA et al., 1998). A espécie é objeto de extrativismo exacerbado, encontrada em estado silvestre na natureza, em quantidade insuficiente para atender à demanda; o que tem despertado o interesse de agricultores para o seu cultivo (POZO, 1997). Entretanto, um grande obstáculo para a produção em grande

escala da espécie é a germinação de sementes baixa e irregular, dificultando a produção de mudas, elevando o custo de produção das mesmas e comprometendo o planejamento de plantios definitivos (SILVA et al., 2004).

A dormência das sementes de pequi tem sido atribuída ao seu tegumento rígido, que exerce resistência mecânica à expansão do embrião; mas também pode ser resultante da imaturidade do embrião (DOMBROSKI, 1997; OLIVEIRA, 2002). Para Marcos Filho (2005), esta causa tem sido atribuída a plantas que apresentam desuniformidade de maturação e desequilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de germinação.

Bernardes et al. (2008) indicam que a utilização de ácido giberélico, na concentração de 345 mg L⁻¹, por 24 horas de imersão, resulta na máxima percentagem de emergência de plântulas de pequi. Silva et al. (2004) recomendam a imersão das sementes por 48 horas, em 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico. Com o ácido giberélico, o tempo de germinação se reduz a 40 dias (em condições naturais leva cerca de 360 dias) (DOMBROSKI, 1997; SOUZA et al., 2002).

2. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho visa avaliar o efeito do ozônio gasoso e líquido aliados ao ácido giberélico (500 mg L⁻¹, por 96 horas) na superação da dormência em sementes da espécie *Caryocar brasiliense* Camb., afim de contribuir desta forma para a tecnologia de sementes da referida espécie.

2.1. Objetivos específicos:

- Determinar as variáveis: Germinação, sementes fungadas, sementes não germinadas e índice de velocidade de emergência (IVE);
- Avaliar possíveis diferenças entre os tratamentos para cada variável calculada.
- Determinar a eficácia dos tratamentos na quebra de dormência de sementes de pequi.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O bioma Cerrado

O Cerrado brasileiro, considerado atualmente a mais rica savana do mundo em biodiversidade, reúne uma grande variedade de paisagens e uma enorme quantidade de

espécies de plantas e animais. Entre chapadas e vales, com uma vegetação que vai do campo seco às matas de galeria, o Cerrado se estende por uma vastidão de 2 milhões de km², área equivalente a um quarto do território nacional (CARRAZA et al., 2010).

Este bioma ocorre principalmente no Planalto Central Brasileiro, estando presente em Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Distrito Federal, Maranhão, Piauí, Rondônia, São Paulo e Paraná, abrangendo aproximadamente 24% do território brasileiro (IBGE, 2004).

O Cerrado é o 2º maior ecossistema do país em área (atrás apenas da Amazônia), e um dos hotspots mundiais para a conservação da biodiversidade (Myers et al., 2000). Possui segundo (KLINK et al., 2005), o clima estacional, onde um período chuvoso, que dura de outubro a março, é seguido por um período seco, de abril a setembro. E a precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22 °C e 27 °C em média.

A ocupação do Cerrado ocorreu em diferentes momentos e velocidades. Muito provavelmente a abertura de áreas de pastagem para a criação de gado de corte foi a principal causa de desmatamento do Cerrado (MACHADO et al., 2004). O Cerrado perdeu cerca de 88 Mha (46%) de sua cobertura vegetal nativa, e apenas 19.8% permanecem não perturbados (STRASSBURG et al., 2017).

(STRASSBURG et al., 2017) complementa que: a a conservação da vegetação original remanescente, alvejando a restauração de áreas críticas, pode ajudar a conservar mais de 650 espécies endêmicas ameaçadas de plantas e vertebrados, que se estima estarem em processo de extinção devido ao desmatamento.

3.2 Caracterização da espécie

A *Caryocar brasiliense*, popularmente conhecido como pequi, é uma espécie arbórea (Figura 1A) da família *Caryocaraceae*, com tronco de até 80cm de diâmetro; ritidoma acinzentado, fissuras verticais e cristas sinuosas (Figura 1B). Suas folhas são compostas, opostas, cruzadas, trifoliolada (Figura 1C). Seus folíolos podem chegar até 20/15cm de comprimento e largura respectivamente, são coriáceos, concolores e pilosos e possuem margem crenada (SILVA JÚNIOR, 2012).

O fruto é drupóide (até 10cm de diâmetro) e globoso, contendo até 4 pirênios (SILVA JÚNIOR, 2012) e quando maduro, apresenta epicarpo de coloração verde-clara a levemente amarelada (Figura 1D).

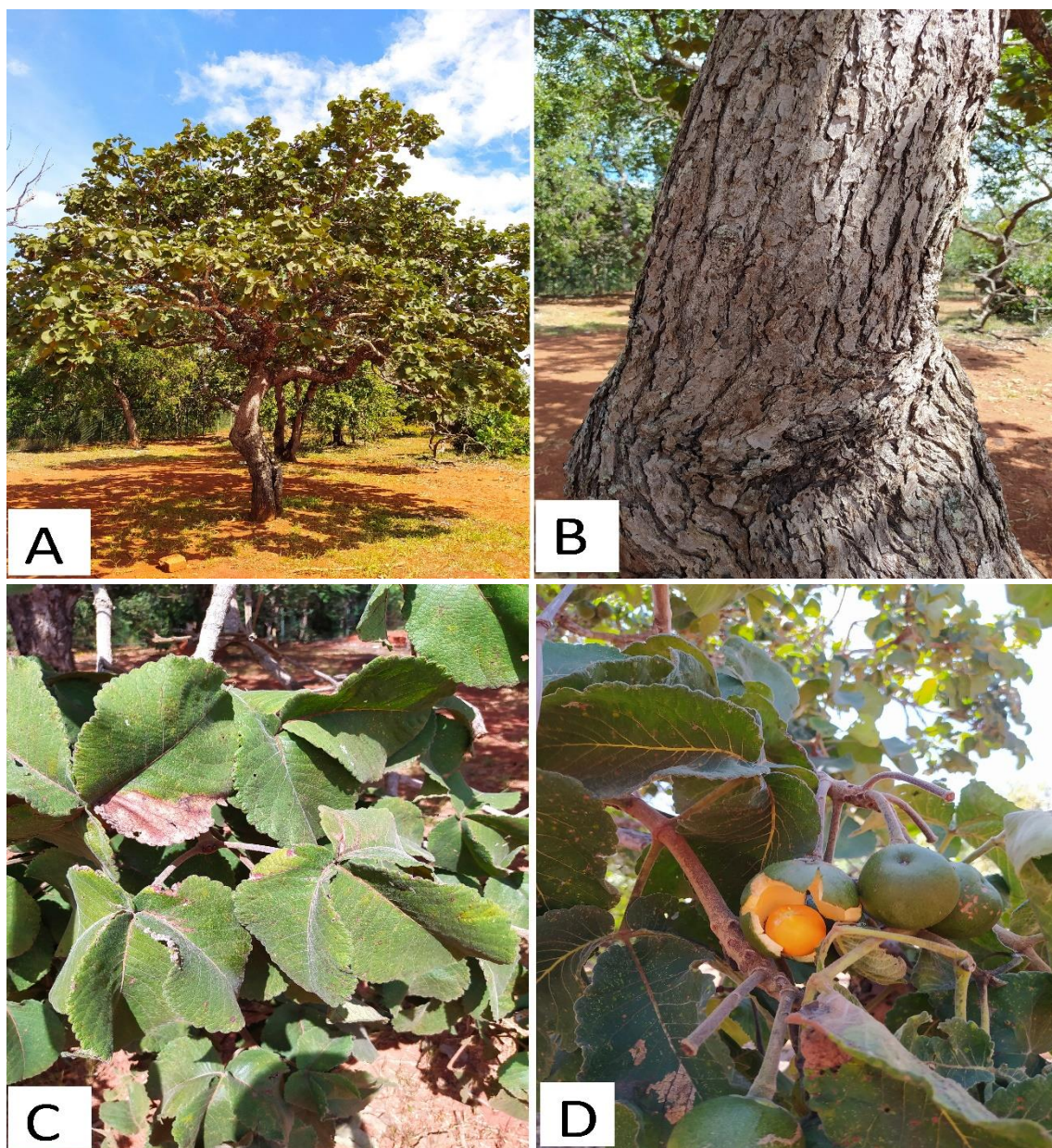


Figura 1- (A) *Caryocar brasiliense* adult; (B) Ritidoma de *Caryocar brasiliense*; (C) Folhas de *Caryocar brasiliense*; (D) Fruto aberto de *Caryocar brasiliense*. **Fonte:** autoral.

Na parte interna do fruto do pequi está o seu característico endocarpo, que é endocarpo rígido e espinhoso (FERREIRA et al., 1988), e protegida pelo endocarpo se encontra a semente (Figura 2). O pequizeiro é uma planta perene, que pode ser classificada como frutífera ou oleaginosa, em razão das suas características e formas de utilização (OLIVEIRA et al., 2008). Possui ciclo de vida estimado de aproximadamente 50 anos, atinge até 10 m de altura, e inicia sua fase reprodutiva a partir do oitavo ano (CARRAZA et al., 2010). A floração ocorre de junho a janeiro (SILVA JÚNIOR, 2012),

e sua frutificação ocorre principalmente entre os meses de janeiro a março, podendo ser encontrados frutos fora dessas épocas (RIBEIRO, 2000).

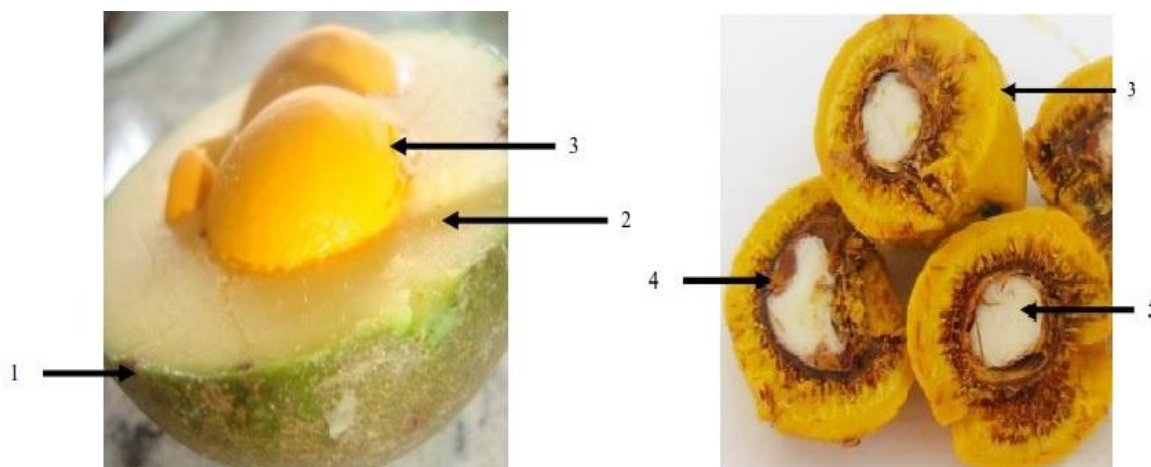


Figura 2- Estrutura do fruto do pequi – *Caryocar brasiliense* Camb. (1- exocarpo; 2- mesocarpo; 3- endocarpo; 4- revestimento da semente; 5- semente). Fonte: (VIEIRA, 2017).

A espécie coloniza os estados GO, MG, MT, PA, PR, SP e TO. Com populações médias de 23 a 32 árvores por hectare em 10ha de cerrado sentindo restrito no DF (SILVA JUNIOR, 2012).

3.3 Usos e fatores econômicos da espécie

São múltiplas as formas de uso e significados do pequi, sendo base da cultura alimentar de várias regiões brasileiras, o fruto do pequi compõe receitas tradicionais como o arroz com pequi, galinhada, doces, licores e sorvetes (CARRAZA et al., 2010). O óleo também tem diversas utilidades, além de seu emprego na culinária, o foco central de uso desse produto. É utilizado na indústria de cosméticos (cremes), de limpeza (sabões), e na indústria de fármacos 24 Aspectos Agronômicos e de Qualidade do Pequi (OLIVEIRA, 1988).

A principal utilização do fruto é no consumo direto do caroço, sendo um produto indispensável na alimentação das populações que vivem ao redor das áreas de ocorrência das espécies, que fornece parte dos aportes energéticos e nutricionais necessários, principalmente para as famílias carentes, no período da safra (OLIVEIRA et al, 2008).

Segundo (BATISTA e al, 2019), o pequi pode ter grande potencial para uso na indústria de alimentos, devido a sua composição nutricional, principalmente como sendo fonte de fibras, proteínas, lipídios e compostos antioxidantes, que, por sua vez, podem ser matérias-primas para produtos alimentícios e nutracêuticos.

Mas o pequi, além de produzir renda, produz também cultura, visto que vários são os eventos regionais promovidos a partir desse fruto mais generoso de nossos Cerrados, como exemplos: A Festa Nacional do Pequi, ocorrida geralmente entre os meses de novembro e dezembro em Montes Claros e a Festa de São Sebastião, em Campo Azul, comemorada no mês de janeiro, auge da safra de pequi no município (SILVA et al., 2014).

Há também a discussão a respeito do uso do óleo de pequi junto ao biodiesel. Mas segundo (OLIVEIRA et al, 2008), embora algumas plantas nativas apresentem bons resultados em laboratórios, como o pequi, o buriti e a macaúba, é evidente que existe, ainda, uma enorme distância entre esse potencial, e a possibilidade real de viabilização comercial de combustíveis do pequi, em razão da inexistência de sistemas de produção e cultivos do pequizeiro.

A produção de Pequi demonstra diferença de interesse entre regiões do País. No município de Iporá por exemplo, a atividade de coleta e comercialização do pequi, para a agricultura familiar, configura-se em opção de boa rentabilidade, principalmente considerando que não existem custos de produção, já no Sudeste Paraense o fruto é praticamente considerado sem valor, exceto por aqueles que usam artesanalmente e como uma atividade aleatória (OLIVEIRA et al, 2004), (FEITOSA et al., 2005).

3.4 Tecnologia de sementes

No conceito de germinação, ela pode ser encarada segundo (MARCUS-FILHO, 1986), como uma sucessão de etapas que determina, em uma semente quiescente e com baixo teor de água, a retomada das atividades metabólicas e o início da formação de uma plântula a partir do embrião. A germinação pode ser dividida segundo dois conceitos: o conceito botânico, o qual diz que a germinação se encerra com a protusão da raiz primária; e o conceito agrônômico, que diz a emanação da parte aérea da plântula ser o fim da germinação.

São diversos os fatores que influenciam a germinação ou não das sementes. Estes fatores podem influenciar diretamente na produção e qualidade das plântulas, então segundo (IPEF, 1976) são conhecimentos prioritários para produção de sementes:

- Conhecimentos sobre fatores ambientais e fatores inertes às plantas, que afetam quantitativa e qualitativamente a produção de sementes;
- Conhecimentos sobre métodos de colheita mais adequados para as diferentes situações e espécies;

- Conhecimentos sobre beneficiamento e conservação de espécies;
- Conhecimentos sobre análise de sementes para avaliar a qualidade das sementes produzidas.

Um dos fatores naturais que inibe a germinação da semente é a dormência, sendo ela segundo (FLORIANO, 2004), um processo que distribui a germinação no tempo como resultado da estratégia evolutiva das espécies para garantir que algumas encontrem condições ambientais favoráveis para desenvolver plantas adultas, bloqueando a germinação sob condições favoráveis imediatas em diferentes graus dentro de uma população, protegendo as sementes da deterioração e sendo superada ao longo do tempo e sob condições naturais de clima ou de alterações climáticas.

Logo, se faz necessário superar a dormência quando se trata de produção de mudas, são os métodos de superação de dormência. Para (FLORIANO, 2004), os métodos para superação de dormência tegumentar são: Escarificação ácida, imersão em água e escarificação mecânica. E para superação de dormência embrionária são: Estratificação a frio e estratificação quente e fria.

3.5 Ozonização

Devido ao seu elevado potencial de oxidação, o ozônio é aplicado como uma tecnologia capaz de reduzir e/ou remover inúmeros parâmetros de poluição ambiental, tais como cor, concentração de fenóis, toxicidade etc. E se mostra uma importante tecnologia aplicada tanto ao tratamento de águas de abastecimento como residuárias (ASSALIN et al, 2007).

Além disto, uma variedade de aplicações tem surgido para o ozônio, sobretudo devido aos novos conhecimentos quanto às suas características e propriedades. Pesquisas que apontam o potencial do ozônio no controle de fungos e insetos-praga de grãos armazenados, este gás tem se tornado uma importante alternativa para proteção de produtos agrícolas (RAMOS, 2015).

O ozônio pode ser visto como uma alternativa a processos de sanitização com cloro em sementes. A aplicação da água ozonizada se justifica para produtos que necessitam de uma etapa de lavagem durante o processo visto que o ozônio cumpre esta dupla função de limpeza e sanitização fitossanitária (COELHO et al., 2015).

O ozônio possui a capacidade de inativar numerosas bactérias, incluindo gramnegativas e gram-positivas, células vegetativas e esporos, além de componentes do

envelope celular, esporos ou cápsides virais a concentrações relativamente baixas e em reduzido tempo de contato e sua utilização na agricultura vem se tornando viável, uma vez que pode ser gerado no próprio local de uso, por meio de descargas elétricas no ar, eliminando, assim, gastos com transporte e estocagem (KIM et al., 1999).

Dentro do uso do ozônio na superação de dormência e sanitização de sementes, (FERREIRA, 2016) fala que a evolução da qualidade na semente deve ser acompanhada por novas e mais avançadas tecnologias em proteção de sementes através de ingredientes ativos que contemplem ao máximo a proteção em relação a fatores bióticos e abióticos como pragas, doenças, estresse hídrico gerando o mínimo de impacto ao meio ambiente.

Em virtude da eficácia e vantagens associadas ao uso do ozônio em diversos processos químicos de importância tecnológica, há um interesse crescente relacionado à tecnologia de sementes agrícolas e florestais (RAMOS, 2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta e beneficiamento de sementes

As sementes foram obtidas a partir da coleta de frutos maduros de 20 matrizes encontradas em quadras da Asa Norte, campus Darcy Ribeiro da UnB e Fazenda Água Limpa (em Vargem Bonita), no Distrito Federal, sendo as mesmas georreferenciadas (Tabela 2) com auxílio do GPS: UTM Geo Map. Os frutos que estavam abertos foram colhidos nas árvores e no chão. Fez-se a separação dos frutos, em sacos de papel, por matriz.

Tabela 1- Coordenadas das matrizes. Fonte: App UTM Geo Map.

	Matriz	Latitude	Longitude
Área urbana	1	15°45'53.74" S	47°51'34.08" W
	2	15°45'54.41" S	47°51'31.85" W
	3	15°46'0.44" S	47°51'27.38" W
	4	15°46'19.93" S	47°51'25.8" W
	5	15°46'2.68" S	47°51'25.03" W
	6	15°44'19.6" S	47°45'34.17" W
Cerrado	1	15°57'16.09" S	47°55'51.08" W
	2	15°57'16.26" S	47°55'55.0" W
	3	15°57'15.87" S	47°55'59.1" W
	4	15°57'15.9" S	47°55'49.47" W
	5	15°57'15.29" S	47°55'49.47" W
	6	15°57'13.28" S	47°55'29.52" W

7	15°57'14.28" S	47°55'24.66" W
8	15°57'12.86" S	47°55'23.54" W
9	15°57'14.68" S	47°55'7.94" W
10	15°57'14.69" S	47°55'35.01" W
11	15°57'58.83" S	47°55'13.4" W
12	15°56'52.95" S	47°56'1.38" W
13	15°56'53.76" S	47°56'1.28" W
14	15°57'17.17" S	47°55'58.22" W

As amêndoas foram embebidas em água por 3 dias, para facilitar a retirada da polpa. As polpas foram retiradas manualmente com auxílio de peneira (Figura 3), em seguida, as amêndoas de pequi foram colocadas sobre lona plástica, onde permaneceram secando a sombra durante 4 dias. Após esse procedimento, as amêndoas foram armazenadas em sacos de papel, em condições de geladeira.



Figura 3- Peneira para retirada da polpa de pequi. **Fonte:** autoral.

4.2 Tratamentos de superação de dormência das sementes

As amêndoas foram divididas em 5 tratamentos, visando identificar a influência ou não, da ozonização na quebra de dormência dos pequis, sendo eles:

1. Tratamento com pequis emergidos apenas em ácido giberélico, 500 mg L⁻¹ por 96 horas;
2. Tratamento com imersão em ozônio gasoso, 10mg/L por 30 minutos;
3. Tratamento com imersão em água ozonizada, 10mg/L por 30 minutos;
4. Tratamento com imersão em ozônio gasoso, 10mg/L por 30 minutos, seguido de imersão em ácido giberélico, 500 mg L⁻¹ por 96 horas;

5. Tratamento com imersão em água ozonizada, 10mg/L por 30 minutos, seguido de imersão em ácido giberélico, 500 mg L⁻¹ por 96 horas.

No Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília (UnB), Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal foram realizados os testes para superação da dormência dos tratamentos com imersão das sementes em água destilada na presença de gás ozônio e em imersão em gás ozônio.

As amêndoas de pequi foram separadas por matriz e tratamentos em sacos de filó (Figura 4), para que seja possível a imersão em água ou gás de acordo com o determinado tratamento.



Figura 4- Separação dos pirênios nos sacos de filó. **Fonte:** autoral.

Nos tratamentos com ozônio gasoso, foi usado 10mg/L, na temperatura de 25 °C e vazão de 1,0 L min⁻¹. Os saquinhos com as amêndoas foram dispostos dentro de uma bandeja lacrada (Figura 5A), durante um tempo de exposição de 30 minutos o gás é injetado na bandeja através de um gerador de ozônio (Figura 5B), baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), desenvolvido pelo Departamento de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) de São José dos Campos - SP. Para a geração do ozônio o insumo utilizado será oxigênio com grau de pureza de aproximadamente 90%, obtido por meio de concentrador de oxigênio acoplado ao gerador de ozônio.

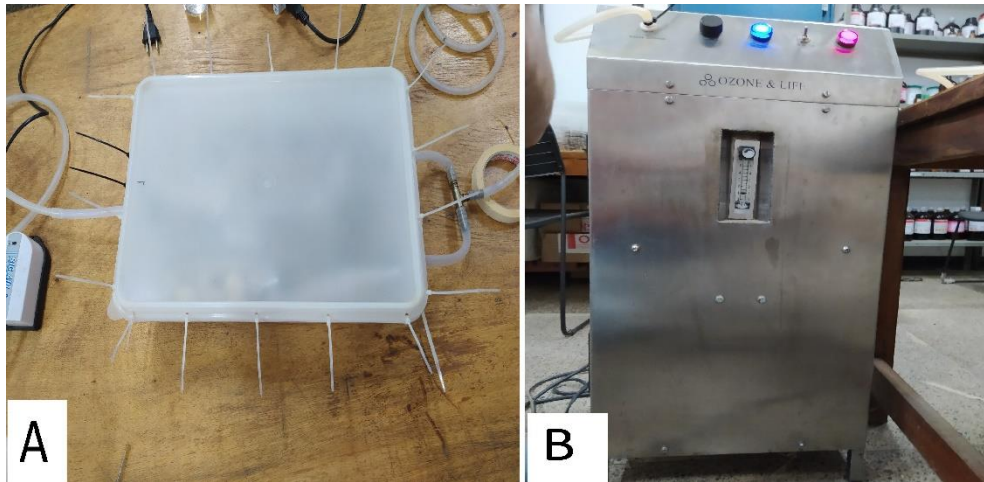


Figura 5- (A): Bandeja vedada para ozonização com o gás; (B): Gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD). **Fonte:** autoral.

Nos Tratamentos em imersão em água, os saquinhos filó foram dispostos em cilindros de vidro e 20 cm de diâmetro e 15 cm de altura (Figura 6), em um tempo de exposição de 30 minutos, onde o gás é injetado pelo tubo na parte superior e entra em contato com a água e com as amêndoas de pequi, por conseguinte.



Figura 6- Recipiente cilíndrico utilizado na ozonização com água. **Fonte:** autoral.

A concentração de ozônio gasoso utilizada foi de 10mg/L, na temperatura de 25 °C e vazão de 1,0 L min⁻¹, e água de pH 7,29.

Posteriormente as amêndoas cujos tratamentos demandassem, foram imersas em solução de ácido giberélico, 500 mg L⁻¹, por 96 horas.

4.3 Teste de germinação

Após o final da aplicação dos tempos de ozonização e imersão em ácido giberélico, foi realizado o teste de germinação com 20 repetições com as sementes submetidas a cada tratamento acima exposto. Para caso deste experimento, foi adotado cada matriz como sendo uma repetição, sendo 40 sementes de cada matriz divididas entre os 5 tratamentos. As amêndoas foram distribuídas em bandejas contendo em seu interior vermiculita umedecida e dispostas em ambiente de varanda externa e coberta (Figura 7).

Fatores de pluviosidade não foram variáveis problemáticas, porém, por se tratar de um ambiente externo, fatores de clima e temperatura como a variação de umidade podem desenvolver possíveis distúrbios no experimento.



Figura 7- Bandejas com os pirênios de pequi plantados em vermiculita. **Fonte:** autoral.

O monitoramento foi feito a cada 2 dias por um período de 60 dias, sendo consideradas germinadas as sementes que, além da protrusão da radícula em pelo menos dois milímetros de comprimento, produziram parte aérea, ou seja, plântulas normais (critério tecnológico), de acordo com Labouriau (1983); Brasil (2009).

De acordo com a quantidade de plântulas normais foi calculada a porcentagem de germinação (%G) através da fórmula:

$$\%G: \frac{\sum G \times 100}{160}$$

Onde:

%G: porcentagem de germinação;

$\sum G$: somatório do número de plântulas germinadas por tratamento;

160: número máximo possível de plântulas por tratamento.

Também foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE), índice utilizado quando adota-se o critério agrônomo de germinação, em que, IVE = índice de velocidade de emergência, E1 até Ei = número de plântulas normais a cada dia e T1 até Ti = tempo de avaliação em dias segundo metodologia de (BORGHETTI & FERREIRA, 2004).

$$IVE : \frac{E1}{T1} + \frac{E2}{T2} + \dots + \frac{Ei}{Ti}$$

Ei = número de plântulas normais a cada dia;

Ti = tempo de avaliação em dias.

4.4 Delineamento e análise estatística

Para as análises, fez-se o uso do software R na versão 4.1.0. Adotou-se um delineamento por blocos casualizados, sendo o fator de blocagem as repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA, para as variáveis germinação, sementes fungadas, sementes não germinadas e IVE, seguido pelo teste de Tukey, caso necessário, ao nível de significância $\alpha = 5\%$. Utilizou-se os testes de Shapiro-Wilk e de Levene para verificar normalidade e homogeneidade das variâncias, caso os testes rejeitem a normalidade dos dados, para os dados em porcentagem das sementes utilizou-se a transformação em “arc sen ($\sqrt{x}/100$)” para atingir a normalidade.

Para dados em que não estão em porcentagem, caso haja rejeição do teste de normalidade, utiliza-se o teste de Friedman para comparação dos grupos, seguido do teste de Dunn, a um nível de significância $\alpha = 5\%$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Afim de facilitar a análise de dados adota-se a legenda:

Localidade 1 – Urbano; Localidade 2 – Cerrado.

Tratamento 1 – Ácido giberélico; Tratamento 2 – O₃ gasoso; Tratamento 3 – O₃ líquido; Tratamento 4 – Ácido giberélico + O₃ gasoso; Tratamento 5 – Ácido giberélico + O₃ líquido.

5.1. Germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

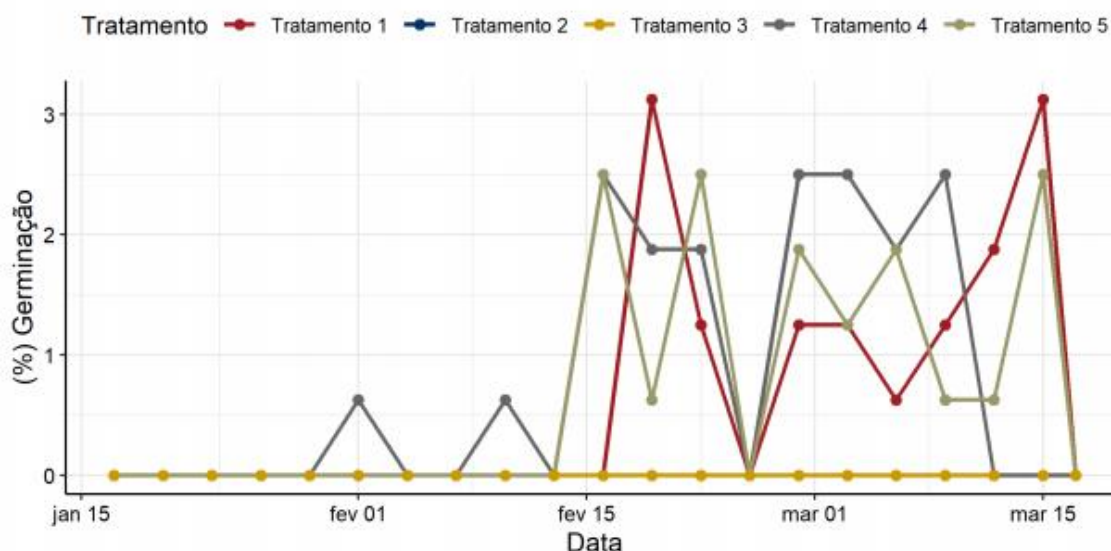


Figura 8 - Gráfico de Linhas da germinação ao longo dos 60 dias.

Observa-se pela figura 8 que o tratamento 2 (O₃ gás) e 3 (O₃ água) não obteve nenhuma semente de pequi germinada, ressaltando assim a ineficiência da utilização de ozônio para superação de dormência de sementes de pequi e a necessidade do ácido giberélico para a quebra (FLORIANO, 2004). A maior porcentagem de sementes germinadas em um dia foi de 3,12% do tratamento 1 (Ácido) nos dias 19 de fevereiro e 15 de março. Nota-se também que a maior parte das sementes foram germinadas a partir do 16 de fevereiro.

Tabela 2 – Porcentagens médias e IVE, seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Local 1.

Tratamento	Germinadas (%)	Fungadas (%)	Não germinadas (%)	IVE
Ácido	8,33% a	2,08% a	89,58% a	0,09 a
O ₃ Gás	0,00% a	79,17% b	20,83% b	0,00 a
O ₃ Água	0,00% a	66,67% b	33,33% b	0,00 a
Ac + Gás	10,42% a	6,25% a	83,33% a	0,16 a
Ac + Água	10,42% a	0,00% a	89,58% a	0,10 a

Observando a tabela 2, o tratamento 4 (AC + Gás) e 5 (AC + Água) tiveram a maior porcentagem média de germinação, sendo de 10,42%, seguido do tratamento 1

(Ácido) com 8,33%, porém sem diferença significativa a 5% de probabilidade, entre nenhum dos tratamentos.

Percebe-se também que o tratamento 2 (O₃ gás) foi o que teve a maior porcentagem média de sementes fungadas e a menor de porcentagem de não germinadas, porém sem diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Porcentagens médias e IVE, seguidos da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Local 2.

Tratamento	Germinadas (%)	Fungadas (%)	Não germinadas (%)	IVE
Ácido	16,07% a	4,46% a	79,46% a	0,41 a
O ₃ Gás	0,00 b	93,75% b	6,25% b	0,00 b
O ₃ Água	0,00 b	91,07% b	8,93% b	0,00 b
Ac + Gás	19,64% a	0,00 a	80,36% a	0,56 a
Ac + Água	16,07% a	2,68% a	81,25% a	0,45 a

Na tabela 3 referente ao local 2, o cerrado, nota-se que o tratamento 4 (Ac + Gás) teve a maior porcentagem média de sementes de pequi germinadas, sendo 19,64%, seguido do tratamento 1 (Ácido) e 5 com 16,07%, porém não há diferença significativa entre estes tratamentos.

No cerrado, o tratamento 2 (O₃ gás) foi o que teve a maior porcentagem média de sementes fungadas com 93,75%, seguido do tratamento 3 com 91,07%. Já o tratamento 4 (Ac + Gás) não teve nenhuma semente fungada. E em relação às sementes não germinadas, o tratamento 1 (Ácido) foi o que teve a maior porcentagem média sendo 79,46%.

Em comparação à localidade 1 (urbana), nota-se aumento na germinação da localidade 2 nos tratamentos em que não houve nulidade. Os valores de germinação foram maiores no cerrado, nos três tratamentos que não houveram nulidade.

As médias do tratamento 1 indicam que não houve eficiência na quebra da dormência para concentração de 500 mg L⁻¹ de ácido giberélico por 96 horas, sendo valores baixos que não chegam a 20%, próximos aos encontrados por Nasorry (2012), para concentração de 250 mg.dm⁻³ por 72 horas.

Observando as tabelas e 2 e 3, percebe-se que os valores de IVE encontrados no local 2, cerrado, são maiores que os encontrados no local 1, urbanos, para os 3 tratamentos que que houveram germinação. O maior IVE encontrado foi do tratamento 4 do local 2 (Ácido + O₃ aquoso) 0,56, e o menor de 0,09 no tratamento 1 (Ácido) no local 1.

Nota-se baixos valores de IVE, que denota um baixo número de germinação diária. Então infere-se um lote não vigoroso de sementes das duas localidades, sendo que quanto maior o valor do IVE maior o vigor do lote ou matriz em questão segundo Nakagawa (1999).

Uma das vantagens da utilização de ozônio é sua ação antimicrobiana, segundo Graham (1997). Porém, nota-se a partir da tabela 2 e 3, que houve diferença significativa nas duas localidades para porcentagem de sementes fungadas entre os grupos de tratamentos 2 e 3, e o grupo dos tratamentos restantes. Então, pode-se observar que a relação de alta presença de fungos está atrelada aos tratamentos sem ácido giberélico, sendo os maiores números presentes nos tratamentos 2 e 3 da localidade 2 (cerrado).

Em trabalho com sementes de milho por Silva (2017), observa-se a ocorrência de elevação da germinação das sementes em lote com baixa qualidade após serem submetidos ao tratamento com água ozonizada, e o uso da água ozonizada não prejudicou a germinação dessas sementes.

É possível constatar que a concentração e o tempo de exposição dos caroços de pequi ao ozônio gasoso e líquido não foram suficientes para determinar a eficiência na quebra de dormência. Tendo em vista que já há trabalhos que constam esta eficiência como Ramos (2015), onde trabalho aponta que a ozonização pode ser um método eficiente para a superação da dormência e controle de patógenos, utilizadas sementes inteiras de *Dimorphandra mollis Benth.*, *Enterolobium gummiferum (Mart.)* e *Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville*. Associadas ao tempo de ozonização de duas horas que apresentaram maiores germinação e vigor.

5.2. Análise estatística, ANOVA e Teste de Significância

Tabela 4 - Valores de Média, Variância, Desvio padrão e coeficiente de variação. Localidade 1.

	Germinação	Fungadas	Não germinadas
média	0,47	2,47	5,07
variância	0,81	9,15	7,79
desvio padrão	0,90	3,03	2,79
coeficiente de variação (%)	192,76%	122,66%	55,08%

Tabela 5 - Valores de Média, Variância, Desvio padrão e coeficiente de variação. Localidade 2.

	Germinação	Fungadas	Não germinadas
média	0,83	3,12	4,06

variância	1,82	13,31	10,08
desvio padrão	1,35	3,65	3,18
coeficiente de variação (%)	161,75%	118,54%	77,37%

Observando as tabelas 4 e 5, o valor mais alto de variância se deu para a variável Fungadas, 13,31, o que pode indicar que os valores observados tendem a estar distantes da média. Os valores de média, variância, desvio padrão são menores para a variável germinação. Os valores de coeficiente de variação são acima de 30% para todas as variáveis, considerados altos, indicando baixo controle e alta dispersão, dados heterogêneos. O valor mais alto de coeficiente de variação é para germinação, 192,72%.

Tabela 6 - Resumo da ANOVA referente a Germinação (GER), Fungadas (FUNG), Não Germinadas (NÃO GER). Localidade 1.

	GL	QM			F		
		GER.	FUNG.	NÃO GER.	GER.	FUNG.	NÃO GER.
tratamentos	4	174,5	9.003	1.281,20	1,94 ^{ns}	36,54*	8,14*
blocos	5	233,3	108	465,7			
resíduo	20	90,1	246	157,5			

Tabela 7 - Resumo da ANOVA referente a Germinação (GER), Fungadas (FUNG), Não Germinadas (NÃO GER). Localidade 2.

	GL	QM			F		
		GER.	FUNG.	NÃO GER.	GER.	FUNG.	NÃO GER.
tratamentos	4	1.281,20	34.090	22258	8,14*	382,18*	96,7*
blocos	13	465,7	147	576			
resíduo	52	157,5	89	230			

Legenda: ^{ns} = Não significativo a 5% de probabilidade, * = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para os dados em porcentagem das sementes em que foi rejeitada a hipótese de normalidade de Shapiro-Wilk, a ANOVA não pode ser utilizada, então utilizou-se a transformação em “arc sen ($\sqrt{x/100}$)” para atingir a normalidade.

Observa-se na tabela 6 que para a variável germinação na localidade 1, urbana, não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, nenhum dos tratamentos resulta em mais ou menos sementes germinadas.

Para germinação na localidade 2, cerrado, como foi verificado que existe diferenças entre os tratamentos, foi feito o teste de Tukey para verificar quais tratamentos diferem entre si. Os resultados encontram-se na tabela abaixo:

Tabela 8 - Resultado do teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Tratamento	Diferença significativa com os tratamentos
1. Ácido	O ₃ Gás, O ₃ Água
2. O ₃ Gás	Ácido, Ac + Gás, Ac + Água
3. O ₃ Água	Ácido, Ac + Gás, Ac + Água
4. Ác+O ₃ Gás	O ₃ Gás, O ₃ Água
5. Ác+O ₃ Água	O ₃ Gás, O ₃ Água

Nota-se a partir da tabela 8 que os tratamentos se dividiram em 2 grupos, o primeiro grupo contendo “O₃ Gás” e “O₃ Água”, e o segundo grupo contendo os tratamentos restantes. Houve diferenciação apenas entre os tratamentos nulos e os não nulos, mas não houve diferença entre si para os tratamentos 1, 3 e 4.

Para as outras variáveis, fungadas e não germinadas, para as 2 localidades nota-se o mesmo comportamento observado na tabela 8. Há a diferença significativa entre dois grupos, sendo um grupo composto pelos tratamentos 2 e 3, e outro grupo composto pelos tratamentos 1, 4 e 5.

Para os dados de IVE na localidade 1 foi rejeitada a hipótese de normalidade, por isso a ANOVA não pode ser utilizada como nos casos anteriores. Sendo assim utilizou-se o teste de Friedman para comparar os grupos. Para a localidade 2, utilizou-se análise de variância ANOVA. As tabelas estão apresentadas a seguir:

Tabela 9 - Teste de Friedman para IVE. Localidade 1.

Resultados do teste	
Estatística do Teste	7,52
P-valor	0,11
Graus de Liberdade	4

Tabela 10 - Resumo da ANOVA referente ao IVE. Localidade 2.

	GL	QM	F
tratamentos	4	0,003	7,287*
blocos	13	0,005	3,312
resíduo	52	0,001	

Para a localidade 1, o P-valor do teste de Friedman é superior ao α fixado, não existem evidências estatísticas de que os tratamentos produzem resultados diferentes da variável IVE, a nível de significância de 5%.

Para a localidade 2, observando a tabela 10, o P-valor para o teste F feito para os tratamentos inferior ao α fixado indica que pelo menos um dos tratamentos produz resultados diferentes quando comparado a outro. Como foi verificado a existência de diferença entre os tratamentos, foi feito o teste de Tukey para verificar quais tratamentos diferem entre si.

Na localidade 2 existe novamente a divisão dos tratamentos em 2 grupos observado na tabela 8, o primeiro grupo contendo os tratamentos “O₃ Gás” e “O₃ Água” e o segundo grupo contendo os tratamentos restantes. Não havendo porém, diferença significativa entre os tratamentos 1, 4 e 5.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

- Os tratamentos 2 e 3 não tiveram nenhuma semente germinada, e o tratamento 1 teve a maior porcentagem de sementes germinadas em um dia.
- O uso do ozônio gasoso ou líquido por si só não quebra a dormência das sementes do pequi, observando os tratamentos 2 e 3.
- O uso do ozônio gasoso ou líquido não teve resultado como agente antimicrobiano para as concentrações propostas.
- Não houve diferença significativa entre os tratamentos 1, 4 e 5 para o número de sementes germinadas. Concluindo que o uso do ozônio na concentração proposta não influi na quebra da dormência das sementes de pequi;
- Não há evidências estatísticas de que os 5 tratamentos produzem resultados diferentes em relação a a porcentagem de sementes germinadas no local 1, urbano.
- Não há influência do Ozônio nos valores de IVG na localidade 2, cerrado, não havendo diferença significativa entre os tratamentos que não foram nulos.
- Recomenda-se o experimento em ambiente controlado de umidade e temperatura, afim de confirmar a ineficiência do ozônio na quebra de dormência de sementes de pequi.

- Assim como, em um novo experimento, testar diferentes concentrações de O₃ e tempos maiores de exposição dos pequis ao ozônio gasoso e líquido.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 818-824, ago. 2004.

ALMEIDA, S. P. et al. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 107-112.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M., RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ASSALIN, M. R.; DURÁN, N. **Novas tendências para aplicação de ozônio no tratamento de resíduos: ozonização catalítica**. Embrapa Meio Ambiente-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2007. 86 p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BATISTA, F. O.; SOUSA, R. S. **Compostos bioativos em frutos de pequi (caryocar brasiliense camb.) E baru (dipteryx alata vogel) e seus usos potenciais: uma revisão**. Brazilian Journal of Development., Curitiba, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, julho 2019.

BERNARDES, T. G. et al. Propagação sexuada do pequi (Caryocar brasiliense Camb.) estimulada por ácido giberélico. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 71-77, 2008.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. 2004. Interpretação de resultados de germinação. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (eds.). Germinação: do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre. pp. 209-222.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 619-631, dez. 2009.

CARRAZA, L. R.; D'ÁVILA, J. C. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do pequi (caryocar brasiliense)**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2010. 48 p.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Denver: American Water Works Association, 2000. 1220 p.

COELHO, CC de S. et al. **Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão**. Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.

DOMBROSKI, J. L. D. **Estudos sobre a propagação do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 1997. 80 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1997.

FEITOSA, T. C. et al. **A importância do extrativismo do pequi na economia doméstica entre os agricultores do sudeste paraense**. XLIII Congresso da Sober “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”. Ribeirão Preto, 24/27 de Julho de 2005.

FERREIRA, F. R.; BIANCO, S.; DURIGAN, J.F.; BELINGIERI, P.A. **Caracterização física e química de frutos maduros de pequi**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas, Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. v. 2, p. 643-646.

FERREIRA, J. C. B. **Avaliação da qualidade fisiológica e ozonização de sementes de *Aegiphila sellowiana* CHAM.** 2016. ix, 73 p., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno didático, v. 2, 2004.

GRAHAM, D. M. Use of ozone for food processing. **Food Technology**. Chicago, v. 51, n.6, p. 72-75, 1997.

GUZEL-SEYDIMA, Z. B.; GREENEB, A. K.; SEYDIMA, A. C. Use of ozone in the foodindustry. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.** v. 37, p. 453–460, 2004.

HILHORST, H. W. M. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: BRADFORD, K. J.; NONOGAKI, H. (Eds.). **Seed Development, Dormancy and Germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 367 p.

IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000. <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. acessado em: março, 2021.

IPEF. **Produção e tecnologia de sementes florestais**. Circular técnica Nº 20. Julho, 1976. Acessado em 18/04/2021: <<https://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr020.pdf>>.

KELLS, S. A. et al. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, Spain, v. 37, n. 13, p. 371- 383, 2001.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 62. n. 9, p. 1071-1087, 1999.

- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, ago. 2002.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 174 p.
- MACHADO, R. B., M. B.; RAMOS NETO, P.; PEREIRA, E.; CALDAS, D.; GONÇALVES, N.; SANTOS, K.; STEININGER, M.. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservation International do Brasil, Brasília. 2004.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005.
- MARCOS FILHO, J. et al. **Germinação de sementes**. Semana de Atualização em Produção de Sementes, v. 1, p. 11-39, 1986.
- MENDEZ, F. et al. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and performance. **Journal of Stored Products Research**, Spain, v. 39, n. 14, p. 33-44, 2003.
- MYERS, N.; MITTERMAYER, R. A.; MITTERMAYER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature*, 403, 853-858, 2000.
- NAKAGAWA, J. 1999. **Testes de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas** In. KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D. & FRANÇA NETO, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Abrates (Londrina) 199. P 2.1-2.24..
- NASORRY, D. C; CUNHA, M. F. **Quebra da dormência e emergência de plântulas de sementes de pequi - Caryocar brasiliense**. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.7, n.1, p. 11 – 14, outubro/dezembro de 2012.
- OLIVEIRA, E. et al. **Arranjo extrativista do pequi (caryocar brasiliense camb.), na região de iporá – goiás: sustentabilidade e dinâmica da comercialização**. AGENCIARURAL (Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário). Jan. 2002/ dez. 2004.
- OLIVEIRA, M. E. B. de. et al. **Aspetos Agronômicos e de Qualidade do Pequi**. Embrapa Agroindústria Tropical, v. 113, 2008.
- OLIVEIRA, S. de. **Pequi**. **Globo Rural**, São Paulo, v. 4, n.38, p. 80-83, nov./dez. 1988.
- OLIVEIRA, S. S. **Efeito de giberelina, fungicida, tratamentos mecânicos e período de armazenamento sobre a germinação de sementes de pequizeiro**. 2002. 85 f.

Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2002.

POZO, O. V. C. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do Cerrado no norte de Minas Gerais**. 1997. 100 f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

RAMOS, K. M. O. **Caracterização da qualidade fisiológica e otimização do processo de ozonização em sementes de leguminosas arbóreas do Cerrado**. 2015. xvii, 146 p., il. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Métodos estatísticos aplicados à melhoria da qualidade**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 385 p.

RIBEIRO, R.F. **Pequi: o rei do cerrado**. Belo Horizonte: Rede Cerrado, 2000. 62p

SANTOS, A. F.; PARISI, J. J. D.; MENTEN, J. O. M. (Ed.). **Patologia de sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 236 p.

SILVA JÚNIOR, M. C. **100 árvores do Cerrado sentido restrito**. Rede de Sementes do Cerrado, p. 200-201, 2012. 288p.

SILVA, J. C. S. et al. Quebra da dormência de sementes de pequi. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2004. (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 136).

SILVA, M. N. S. & TUBALDINI, M. A. S. **O pequi como recurso de uso comum e patrimônio cultural sertanejo**. Geo UERJ, Ano 16, nº. 25, v. 1, p. 161-182, 2014.

SILVA, MF. B. **Avaliação da germinação de sementes de milho tratadas com água ozonizada**. Trabalho de Conclusão de Curso Agronomia. Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2017. 46p.

SOUZA, E. R. B. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC) nas condições do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 491-495, 2002.

STRASSBURG, B. et al (2017). **Moment of truth for the Cerrado hotspot**. **Nature Ecology & Evolution**. Macmillan Publishers Ltd, v.1, article 0099.

VERA, R. et al. Caracterização de frutos de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 71-79, 2005.