

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA –  
CAMPUS RIO VERDE - PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-  
GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM CIÊNCIAS TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO PROXIMAL  
DE SEMENTES DE SORGO BENEFICIADAS EM MESA  
DENSIMÉTRICA E ARMAZENADAS

Autora: Erica de Freitas Cabral  
Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende  
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

Rio Verde- GO  
Maio – 2021

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA –  
CAMPUS RIO VERDE - PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-  
GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM CIÊNCIAS TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO PROXIMAL  
DE SEMENTES DE SORGO BENEFICIADAS EM MESA  
DENSIMÉTRICA E ARMAZENADAS

Autora: Erica de Freitas Cabral  
Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende  
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Linha de pesquisa: Pós-colheita e processamento de grãos e vegetais.

Rio Verde- GO  
Maio – 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

Cabral, Erica  
CC117q QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO PROXIMAL DE  
SEMENTES DE SORGO BENEFICIADAS EM MESA DENSIMÉTRICA E  
ARMAZENADAS / Erica Cabral; orientador Osvaldo  
Resende; co-orientador Daniel De Oliveira. -- Rio  
Verde, 2021.  
66 p.

Dissertação (Mestrado em TECNOLOGIA DE ALIMENTOS) -  
- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. Sorghum bicolor L. Moench. 2. beneficiamento.  
3. massa específica. 4. qualidade fisiológica. I.  
Resende, Osvaldo, orient. II. De Oliveira, Daniel,  
co-orient. III. Título.



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Erica de Freitas Cabral

Matrícula: 2019102330740034

Título do Trabalho: Qualidade fisiológica e composição proximal de sementes de sorgo beneficiadas em mesa densimétrica e armazenadas.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde-GO, 23/08/2021

*Erica de Freitas Cabral*

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

*Osvaldo Resende*

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 5/2021 - CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Unidade do IF Goiano:	Campus Rio Verde	
Programa de Pós-Graduação :	Tecnologia de Alimentos	
Defesa de:	Dissertação	Defesa de número: 74
Data: 28/05/2021	Hora de início: 08:00h	Hora de encerramento: 11:00h
Matrícula do discente:	2019102330740034	
Nome do discente:	Erica de Freitas Cabral	
Título do trabalho:	Qualidade fisiológica e composição proximal de sementes de sorgo beneficiadas em mesa densimétrica e armazenadas	
Orientador:	Osvaldo Resende	
Área de concentração:	Tecnologia e Processamento de Alimentos	
Linha de Pesquisa:	Pós-Colheita e Processamento de grãos e vegetais	
Projeto de pesquisa de vinculação	Qualidade do repasse de sementes de sorgo beneficiadas na mesa densimétrica durante o armazenamento	
Titulação:	Mestre em Tecnologia de Alimentos	

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, D r. Osvaldo Resende (Orientador), Dr<sup>a</sup>. Priscila Alonso dos Santos (Avaliadora interna), Dr. Jacson Zuchi (Avaliador externo) e Dr<sup>a</sup>. Lílian Moreira Costa (Avaliadora externa) sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada por vídeo conferência via Google Meet à distância, para procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de Mestrado, de autoria de **ERICA DE FREITAS CABRAL**, discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Osvaldo Resende, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor (a) da dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGTA da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

#### Decisão da banca: Aprovada

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IF Goiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- Priscila Alonso dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/05/2021 19:16:52.
- Jacson Zuchi, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/05/2021 13:38:47.
- Lílian Moreira Costa, Lílian Moreira Costa - Professor Colaborador - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 28/05/2021 11:12:25.
- Osvaldo Resende, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/05/2021 11:04:32.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/05/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 272303  
Código de Autenticação: 7059b94e07





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E COMPOSIÇÃO PROXIMAL DE SEMENTES DE SORGO BENEFICIADAS  
EM MESA DENSIMÉTRICA E ARMAZENADAS**

Autora: Erica de Freitas Cabral  
Orientador: Osvaldo Resende

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração em Tecnologia e Processamento de Alimentos.

APROVADA em 28 de maio de 2021.

Dr<sup>a</sup>. Priscila Alonso dos Santos  
Avaliadora interna  
IF Goiano/Rio Verde

Dr<sup>a</sup>. Lílian Moreira Costa  
Avaliadora externa  
Doutora em Ciências Agrárias -  
Agronomia

Dr. Jacson Zuchi  
Avaliador externo  
IF Goiano/Rio Verde

Dr. Osvaldo Resende  
Presidente da banca  
IF Goiano/Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- **Priscila Alonso dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/05/2021 14:49:38.
- **Jacson Zuchi, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/05/2021 13:37:34.
- **Lilian Moreira Costa, Lilian Moreira Costa - Professor Colaborador - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500)**, em 28/05/2021 11:15:25.
- **Oswaldo Resende, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 28/05/2021 11:09:33.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/05/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 272308  
Código de Autenticação: 82cbffc798



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3620-5600

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me proporcionado força e coragem durante a trajetória dessa pós-graduação e por sempre guiar meu caminho com fé e esperança para a realização deste objetivo e de muitos outros que ainda virão.

Aos meus pais Eurico de Freitas Cabral e Célia Regina Cabral, que mesmo distantes me deram apoio para superar as dificuldades. Aos meus avós Levino Cabral (In Memoriam) e Zilá Maria de Jesus, que sempre me incentivaram e nunca mediram esforços para me ajudar nessa longa caminhada. Sem vocês, eu não conseguiria!

Às minhas queridas irmãs Anna Gabriela Ribeiro de Freitas, Stella de Freitas Cabral e a meu irmão Stênio Ricardo Cabral Rodrigues, por sempre confiarem em mim e me impulsionarem a ser melhor a cada dia.

Ao meu namorado Lázaro Sátiro de Jesus, por todo apoio e incentivo durante a elaboração do trabalho e na conclusão dos meus objetivos, obrigada.

Agradeço aos meus queridos amigos Anselmo Ferreira da Cruz Filho e Thaína Gomes da Silva, por mais distantes que estejam vocês sempre se fizeram presentes no meu coração.

Às minhas valiosas amigas Jordana Ferreira Neves, Letícia de Souza Caroline, Maisa Dias Cavalcante, Thais Aparecida da Silva Cardoso, pela amizade, companheirismo, fé e aprendizado. Agradeço a Deus todos os dias por ter colocado anjos tão preciosos na minha vida, espero que vocês estejam sempre comigo.

Em especial, ao meu orientador, Dr. Osvaldo Resende, pelo auxílio no decorrer do desenvolvimento e execução do trabalho, pela paciência e por sempre acreditar que daria tudo certo, além dos conhecimentos em mim depositados.

À minha colega de laboratório, Dra. Lílian Moreira, pelos ensinamentos transmitidos e apoio na execução dos testes e análises.

Agradeço aos colegas de laboratório Adrielle Borges Almeida, Juliana Célia Aparecida e Simone Duarte Ramalho da Silva, por todo o auxílio para a execução das

análises, principalmente o Jonathas Lourenço, que foi meu braço direito no desenvolvimento e execução desse projeto.

À querida empresa Sementes Goiás, onde minha trajetória teve início por um simples estágio e onde eu tive a oportunidade de desenvolver uma dissertação de mestrado, além de vários outros projetos.

Essa dissertação tem especialmente o auxílio dos meus mentores Vanderson Santos, Juarez Bellei e Ederson Afonso, que nunca mediram esforços para me ajudar e sempre enxergaram um potencial enorme em mim. A vocês, meu muito obrigada!

Agradeço a todos os professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, que, de alguma forma, contribuíram para a busca incessante de conhecimento.

Gratidão ao Laboratório de Sementes e Nutrição de plantas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, pela disponibilização de equipamentos, reagentes e utilização do laboratório durante a pesquisa de mestrado.

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Erica de Freitas Cabral, filha de Célia Regina Cabral e Eurico de Freitas Cabral, nascida em 26 de julho de 1996 na cidade de São Simão – Goiás. Concluiu o ensino médio no Colégio Estadual Martins Borges, localizado em Rio Verde – GO, no ano de 2012.

Iniciou a graduação em Engenharia de Alimentos no ano de 2013 no Instituto Federal Goiano Campus de Rio Verde-Goiás, concluindo no ano de 2018. No ano de 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos na mesma instituição, com área de concentração em “Tecnologia e Processamento de alimentos” e linha de pesquisa em “Pós-Colheita e Processamento de Grãos e Vegetais”.

## RESUMO

CABRAL, ÉRICA DE FREITAS. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde. março de 2021. **Qualidade fisiológica e composição proximal de sementes de sorgo beneficiadas em mesa densimétrica e armazenadas.** Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Resende. Coorientador: Prof. Dr. Daniel Emanuel Cabral de Oliveira.

No Brasil, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma cultura de extrema importância para o país, sendo utilizado na alimentação humana e animal. Contudo isto, há poucos estudos envolvendo a conservação dessa cultura e a eficiência do processo produtivo de sementes de sorgo, sendo necessário um maior aprofundamento sobre o assunto. Considerando o número reduzido de trabalhos sobre a influência da utilização da mesa densimétrica no beneficiamento de sementes e seu respectivo repasse na mesa, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e a composição proximal de sementes de sorgo do repasse da mesa densimétrica durante o armazenamento por três meses. Inicialmente, as sementes passaram pela secagem, sendo limpas em máquinas de ar e peneiras, classificadas por tamanho e beneficiadas em mesa densimétrica. Os tratamentos foram compostos por quatro pontos de coleta na parte terminal da mesa densimétrica: parte alta (P1), parte intermediária alta (P2), parte mediana (P3) e parte baixa (D). Posteriormente os repasses foram divididos em parte alta (P3R1) e parte baixa (P3R2), sendo um total de seis tratamentos. As sementes foram analisadas quanto ao teor de água, condutividade elétrica, germinação, primeira contagem, comprimento de plântula, massa seca de plântula, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas em areia, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, cor, proteínas, carboidratos, cinzas e lipídeos. O armazenamento foi feito em ambiente climatizado, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Conclui-se que: a) O repasse de sementes de sorgo pode ainda

aprimorar a qualidade física de um lote pela sua padronização ao final das etapas, contribuindo para melhorar a qualidade fisiológica; b) Apesar de a germinação ter se mantido alta durante o armazenamento, a MS e o CPN foram influenciados negativamente pelo tempo; c) Independentemente do lote analisado, as sementes coletadas na saída superior da mesa de gravidade apresentaram melhores atributos de qualidade; d) A atuação da mesa gravitacional permite a remoção de frações de sementes com menor massa específica e promove alterações positivas na qualidade fisiológica dos lotes de sementes de sorgo; e) Para as variáveis teor de cinzas e teor de proteínas, o tempo influenciou positivamente, aumentando seu valor, já para o teor de carboidratos ocorreu o oposto, tendo ocorrido redução no valor durante o armazenamento; f) Para o teor de lipídeo, o repasse de sementes de sorgo aprimorou a qualidade do lote, fazendo com que houvesse uma estratificação assertiva e fosse mantida a qualidade nos pontos altos da mesa densimétrica, tanto no beneficiamento quanto no repasse.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L. Moench, Beneficiamento, Massa específica, Qualidade fisiológica.

## ABSTRACT

CABRAL, ÉRICA DE FREITAS. Goiano Federal Institute of Education, Science, and Technology, Rio Verde Campus, March 2021. **Physiological quality and proximal composition of sorghum seeds processed in densimetric table and stored.** Advisor: Prof. Dr. Resende, Osvaldo. Co-advisor: Prof. Dr. Oliveira, Daniel Emanuel Cabral de.

*Sorghum bicolor* L. Moench is an extremely important crop in Brazil, and it is used for human and animal food. However, there are few studies regarding this culture conservation and the efficiency of sorghum seed production process, which requires greater and detailed studies on the subject. Taking in consideration the few studies on the influence on using the densimetric table on seed processing and its respective transfer, this study aimed to evaluate the physiological quality and proximal composition of sorghum seeds from the densimetric table transfer during the storage for three months. Initially, the seeds were submitted to drying process. They were cleaned in air machines and sieves, then classified by size, and processed on a densimetric table. The treatments consisted of four collection points on the end of the densimetric table: (a) higher end (P1); (b) upper middle part (P2); (c) middle part (P3); and (d) lower end (D). Later, the transfers were separated into higher end (P3R1) and lower end (P3R2) in a total of six treatments. Seeds were analyzed regarding water content, electrical conductivity, germination, first count, seedling length, seedling dry mass, germination speed index, seedling emergence in sand, emergence speed rate, accelerated aging, color, proteins, carbohydrates, ash, and lipids. They were stored under an air-conditioned environment, using a completely randomized design, and the means were compared by the Tukey test at 5% significance. It is concluded that: (a) the transfer of sorghum seeds can also improve the physical quality of a batch at the end of the stages due to its standardization, contributing to improve the physiological quality; b) although germination rate remained high during storage, dry mass (DM) and length of normal seedlings (LNS) were negatively influenced

by time; (c) the seeds collected at the upper exit of the gravity table presented better quality attributes, regardless of the analyzed batch; d) the performance of the gravity table allows the removal of the seed fractions with lower specific mass and promotes positive changes in the physiological quality of sorghum seed batches; e) time had a positive influence on the variables ash and protein content, increasing their values, but the opposite occurred for the carbohydrate content, reducing their value during storage; and f) the transfer of sorghum seeds improved the quality of the lipid content in the batch, ensuring an assertive stratification and maintaining the quality at the high points of the densimetric table, both in processing and in transfer.

Keywords: *Sorghum bicolor* L. Moench, Physiological quality, Processing, Specific mass.

## LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Resumo da análise de variância para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	19
Tabela 2	Teor de água (% b.u.) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	20
Tabela 3	Condutividade elétrica da solução para sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	21
Tabela 4	Valores médios de germinação primeira contagem (GPC) e germinação total (GT) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	22
Tabela 5	Índice de velocidade de germinação (IVG) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	23
Tabela 6	Valores médios para sementes não germinadas (SNG), plântulas normais (PN) e plântulas anormais (PA) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	24
Tabela 7	Valores médios (%) de comprimento de plântulas normais (CPN) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas .....	25
Tabela 8	Massa seca (g. plântula-1) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	26
Tabela 9	Resumo da análise de variância para emergência de plântulas em areia para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	26
Tabela 10	Valores médios do teste de emergência em areia, germinação do envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência em areia para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	27
Tabela 11	Resumo da análise de variância para as análises de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e cor para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	28
Tabela 12	Valores médios de armazenamento de cinzas e proteínas para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	29
Tabela 13	Valores médios de armazenamento de lipídeos para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	30

Tabela 14	Carboidratos de sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	31
Tabela 15	Valores médios dos parâmetros de cor para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas.....	31

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Grãos de Sorgo.....	3
Figura2 Mesa Densimétrica utilizada no experimento.....	10
Figura 3 Mesa densimétrica regulada no processo de beneficiamento.....	10
Figura 4 Mesa densimétrica regulada no processo de repasse.....	11
Figura 5 Média de temperatura (°C) e umidade relativa (%) do armazém refrigerado onde foram armazenadas as sementes de sorgo.....	18

## LISTA DE EQUAÇÕES

	Página
Equação 1 Cálculo do IVG.....	14
Equação 2 Proteína Bruta.....	16
Equação 3 Lipídeos.....	17
Equação 4 Cinzas.....	17
Equação 5 Teor de carboidratos.....	17

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIATURAS E UNIDADES

Arm	Armazenamento.....	-
AOAC	Official Methods of Analysis.....	-
b.u.	teor de água (base úmida).....	kg de água. kg de massa <sup>-1</sup> total
°C	graus Celsius.....	-
CE	Condutividade elétrica.....	μS cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup>
Cm	Centímetro.....	-
CPA	Comprimento de parte aérea cm.....	cm
CPN	Comprimento de plântulas normais.....	cm
CR	Comprimento de raiz cm.....	cm
CV	Coefficiente de variação.....	-
D	Descarte.....	-
EA	Envelhecimento acelerado.....	%
EMP	Emergência de plântulas em areia.....	%
G	Gramas.....	-
GPC	Germinação (1ª contagem).....	%
GT	Germinação total (2ª contagem).....	%
IVE	Índice de velocidade de emergência.....	decimal
IVG	Índice de velocidade de germinação.....	-
MS	Massa seca de plântulas.....	g. plântula <sup>-1</sup>
MSPN	Massa seca plantas normais.....	g. plântula <sup>-1</sup>
PA	Plântulas anormais.....	%
PJN	Plantas jovens normais.....	%
PN	Plântulas normais.....	%
P1	Ponto 1.....	-
P2	Ponto 2.....	-
P3	Ponto 3.....	-
P3R1	Ponto 3 repasse juntamente com Ponto 1 + Ponto 2.....	-
P3R2	Ponto 3 repasse juntamente com Ponto 3 + Descarte.....	-
SNG	Sementes não germinadas.....	%
TA	TA teor de água.....	% b.u.
Tem	Tempo de armazenamento.....	meses
UR	Umidade Relativa.....	%
μS	Microssimens.....	-
%	Porcentagem.....	-
±	Para mais e/ou para menos.....	-

## SUMÁRIO

	Página
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO ..... 1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA..... 3</b>
<b>2.1</b>	<b>Sorgo ..... 3</b>
<b>2.2</b>	<b>Composição química do sorgo ..... 4</b>
<b>2.3</b>	<b>Qualidade de sementes ..... 5</b>
<b>2.4</b>	<b>Beneficiamento de sementes ..... 5</b>
<b>2.5</b>	<b>Mesa densimétrica ..... 6</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS ..... 8</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS ..... 9</b>
<b>4.1</b>	<b>Teor de água (TA)..... 11</b>
<b>4.2</b>	<b>Condutividade elétrica (CE) ..... 11</b>
<b>4.3</b>	<b>Germinação primeira contagem (GPC) ..... 12</b>
<b>4.4</b>	<b>Germinação total (GT)..... 12</b>
<b>4.5</b>	<b>Sementes não germinadas (SNG) ..... 12</b>
<b>4.6</b>	<b>Comprimento de plântulas normais (CPN)..... 12</b>
<b>4.7</b>	<b>Plântulas normais (PN) ..... 13</b>
<b>4.8</b>	<b>Plântulas anormais (PA) ..... 13</b>
<b>4.9</b>	<b>Massa seca de plântulas normais (MS)..... 13</b>
<b>4.10</b>	<b>Índice de velocidade de germinação (IVG) ..... 13</b>
<b>4.11</b>	<b>Emergência de plântulas em areia (EPA)..... 14</b>
4.11.1	Índice de velocidade de emergência (IVE)..... 14
4.11.2	Comprimento de plântulas normais (CPN) ..... 14
<b>4.12</b>	<b>Envelhecimento acelerado (EA) ..... 15</b>
<b>4.13</b>	<b>Cor..... 15</b>

<b>4.14</b>	<b>Determinação da composição proximal.....</b>	<b>15</b>
4.14.1	Proteínas .....	15
4.14.2	Lipídeos .....	16
4.14.3	Cinzas .....	17
4.14.4	Carboidratos.....	17
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>334</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O sorgo é um cereal que se destaca no cultivo em regiões onde a seca predomina por ter uma grande capacidade de se adaptar a estresses ambientais e a períodos irregulares de chuva (SARMENTO *et al.*, 2020). Conforme Dahunsi *et al.* (2019), todas as partes do sorgo são úteis, incluindo caule, grãos e folhas, além de ser muito utilizado como alimento direto para seres humanos, rações para animais, biocombustível, forragem, entre outros.

Vários fatores devem ser considerados quando da escolha da melhor semente para o plantio, como clima, solo, manuseio e pós-colheita, em razão da grande importância econômica desse produto para os agricultores, sendo ainda importante ressaltar que a qualidade da semente é primordial para o alcance de altos rendimentos em uma safra (ELMASRY *et al.*, 2020).

De acordo com Melo *et al.* (2016b) após a colheita, as sementes adentram a unidade de beneficiamento com apresentação desuniforme, além de ter bastante impurezas, conseqüentemente, tudo isso terá que ser melhorado no decorrer do processo para atender a comercialização, os mercados internos, externos e a semeadura.

Os equipamentos básicos de uma unidade de beneficiamento de sementes são máquina de ar e peneiras, classificador por tamanho, separação por formato e principalmente a mesa densimétrica, que separa por massa específica, sendo todos esses equipamentos essenciais para agregar valor e qualidade ao produto final (ARAUJO *et al.*, 2011).

A mesa densimétrica se tornou um dos principais equipamentos da unidade de beneficiamento de sementes pela assertividade na separação de sementes da parte superior, que têm a melhor qualidade dos lotes, e da parte inferior, que seguem para a descarga, pois podem estar contaminadas com fungos ou por picadas de insetos (GADOTTI; BAUDET; VILLELA, 2012).

Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a qualidade fisiológica e

a composição proximal de sementes de sorgo do repasse da mesa densimétrica durante o armazenamento por três meses.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é o quinto cereal mais importante no mundo, cultivado inicialmente na região da Indonésia em meados do século XX, ficando atrás somente do milho, trigo, arroz e cevada. É uma cultura muito conhecida em razão das inúmeras formas de utilização, incluindo a alimentação humana e animal, a produção de energia, a comercialização interna, entre outras (WAHYUNI *et al.*, 2019).

Estima-se que a produtividade do Brasil seja em torno de 3.111 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de sorgo na safra de 2020/2021, caracterizando uma crescente produção e significativa expansão visto seu potencial de produção, se tornando um grão muito rentável comparativamente a outras culturas (CONAB, 2020).

De acordo com Tabosa *et al.* (2019), os grãos de sorgo são redondos (Fig. 1), compreendendo de 4 tipos - granífero, forrageiro, sacarino e vassoura - , sendo imprescindível escolher a variedade adequada no momento do plantio a depender do objetivo da lavoura, considerando as cultivares desenvolvidas para a região, visto que o ciclo de vida do sorgo varia de 90 a 120 dias.



Figura 1 - Grãos de sorgo granífero  
Fonte: A autora (2020).

O sorgo é uma alternativa de cultivo nas regiões semiáridas, frequentemente é utilizado no Cerrado Brasileiro, especialmente na segunda safra, quando é feita a semeadura após o cultivo da soja, milho e até mesmo da cana-de-açúcar, com foco na produção de grãos (ZWIRTES *et al.*, 2015).

É um alimento que não tem glúten, entrando na lista de produtos integrais que atendem as necessidades alimentares e traz benefícios à saúde. Trata-se de um cereal adaptável ao plantio em regiões semiáridas, tendo qualidade nutricional superior à de outros grãos básicos como o trigo (STEFOSKA-NEEDHAM; TAPSELL, 2020).

Além de ser um produto de grande valor nutricional, o sorgo é rico em antioxidantes, fibras alimentares, macro e micronutrientes, comumente utilizado em inúmeros produtos alimentares sem glúten como farinhas, cereais, na forma de grãos integrais, sendo um alimento principal no consumo humano (HAMAD *et al.*, 2019).

## **2.2 Composição química do sorgo**

O sorgo é apresentado como um cereal de extrema importância, sendo utilizado constantemente na alimentação humana e animal, além de ter em sua composição química um potencial nutricional elevado, com uma característica muito conhecida de não ter glúten, conseqüentemente sendo muito utilizado por celíacos (QUEIROZ *et al.*, 2015a).

De acordo com Stamenković *et al.* (2020), o sorgo é um produto de grande versatilidade, sendo fonte de nutrientes contendo ácidos graxos essenciais, proteínas e cinzas. Na sua composição química, consta um alto valor nutricional pela presença de antioxidantes e micronutrientes, sendo considerado um alimento nutritivo e saudável.

Tem na sua estrutura um teor de 50 a 60% de carboidratos, além de 1,6 a 6% de lipídeos, podendo chegar a 7 e 15% de proteínas, a depender principalmente da variedade. Apresenta complexos de vitamina B, minerais como potássio, fósforo e zinco, se posicionando no ranking como a quinta cultura de cereal mais importante do mundo (OSEGUERA-TOLEDO *et al.*, 2020).

De acordo com Paiva, Queiroz e Garcia (2019), é um cereal rico em amido resistente, tem fibras, além de apresentar um conteúdo elevado de proteína bruta e carboidratos não estruturais, traz um sabor indiferente, oferecendo também na sua composição compostos fenólicos e taninos hidrolisáveis.

Alguns pesquisadores afirmam que o sorgo é extremamente benéfico à saúde,

pela presença de compostos fenólicos específicos do produto, que contribuem para a prevenção de doenças humanas e metabólicas crônicas, além de ter uma alta capacidade antioxidante, tornando-se um alimento benéfico à saúde (LI *et al.*, 2020).

### **2.3 Qualidade de sementes**

Para a obtenção de sementes de alto padrão de qualidade, são necessários a criação e o desenvolvimento de programas que visam a melhorar a qualidade das sementes, sendo, conseqüentemente, indispensável um aumento contínuo da produção visando a melhores técnicas de plantio, colheita e produção (KWIATKOWSKI *et al.*, 2020).

Inúmeros fatores interferem na qualidade das sementes como região de plantio, pré-colheita, secagem, beneficiamento etc. Dentro dos processos, é crucial a utilização de técnicas e procedimentos que mantenham os atributos de qualidade, além de reconhecer que esses fatores podem ser responsáveis por desencadear outros tipos de problemas no produto final armazenado, caso não sejam analisados minuciosamente (KASEKE.; OPARA; FAWOLE,2020).

Constantemente, buscam-se tecnologias e técnicas de processamentos que assegurem a qualidade e o prolongamento da vida útil das sementes. Dito isto, há alternativas de processamento e disponibilidade de novos equipamentos no mercado visando à redução de custos e a uma produção mais uniforme (AZI *et al.*, 2019).

Destaca-se a importância de métodos específicos para avaliação da qualidade das sementes, objetivando ser um diferencial para obter resultados nos processos produtivos. Além disso, os cuidados com as sementes devem ser iniciados no plantio, seguir até a colheita e, posteriormente, dentro da unidade de beneficiamento, devem ser destacados ainda os processos de secagem, limpeza, classificação e padronização, assim como um armazenamento adequado, tudo isto seguindo um rigoroso programa integrado do controle de qualidade em todas essas etapas de produção (MOREANO *et al.*, 2018).

### **2.4 Beneficiamento de sementes**

O beneficiamento das sementes consiste em um processo composto por diversas etapas com o intuito de remover as impurezas, além de melhorar as características físicas

do lote, promover a homogeneização adequada do material e atender os padrões de comercialização como tamanho, pureza e qualidade das sementes (MELO *et al.*, 2016a).

A função exclusiva do beneficiamento de sementes é remover impurezas para atender aos requisitos técnicos de comercialização, sendo, para tal, utilizadas algumas máquinas, que são de suma importância para o processo. O processamento é composto basicamente por equipamentos que realizam as operações consideradas essenciais, como limpeza, classificação e separação do material desejado (MELO *et al.*, 2017).

Equipamentos calibrados são necessários para a produção de sementes, com manutenções em dia, para que possam ser utilizados adequadamente, não ocasionando danos mecânicos às sementes. O beneficiamento aprimora a qualidade das sementes em termos de germinação e vigor, além de fazer separações por meio de características físicas visando sempre a melhorar a qualidade do lote (PEREIRA; ALBUQUERQUE; OLIVEIRA, 2012).

Após a colheita, as sementes apresentam palhas, folhas, torrões de terra, desuniformidade de tamanho, grande quantidade de impurezas que devem ser removidas durante o beneficiamento, tendo como principal objetivo a homogeneização do lote, melhoria na qualidade física como tamanho, forma e massa específica, para proporcionar a comercialização em mercados internos, internacionais e novamente no seu próprio plantio (MELO *et al.*, 2016b).

Alguns estudos mostraram que o beneficiamento pode ocasionar danos mecânicos nas sementes, redução de germinação e vigor, a depender da sensibilidade da variedade. Porém o processo de beneficiamento é essencial, tendo em vista o resultado serem sementes de alta qualidade, independentemente da quantidade de descarte feito nas etapas desse processo (BARBOSA *et al.*, 2014).

## **2.5 Mesa densimétrica**

Para se obter um produto de elevado padrão industrial, é necessária uma manutenção contínua de padrões de qualidade dentro da produção, e fatores como pureza são essenciais dentro de um processo por almejar um lote livre de qualquer outro material ou impureza (KANNAN *et al.*, 2016).

Entre os equipamentos utilizados para a classificação de sementes, tem-se a mesa densimétrica, um dos aparelhos mais eficazes para a separação do material por gravidade,

utilizando o ar e a diferença de massas específicas (KANNAN *et al.*, 2017).

Este equipamento tem como principal objetivo melhorar o desempenho fisiológico das sementes, promovendo a separação do produto conforme sua massa específica. Uma das maiores atribuições é o aumento da viabilidade de um lote de sementes, separando as sementes em diferentes estágios de maturação, chochas (que têm uma menor massa específica), ou que apresentem danos por insetos (GADOTTI *et al.*, 2020).

A mesa densimétrica é uma mesa com variáveis de inclinação, onde um produto é alimentado no início da máquina contendo uma abertura regulável, posteriormente, através de um fluxo de ar e vibração, o material mais denso é transportado horizontalmente da parte superior para a parte inferior, sendo movido o material mais leve. No final do equipamento, há três ou quatro seções em sequência, mostrando a separação do produto (GÜLSOY; GÜLCAN, 2019).

De acordo com Zhao *et al.* (2013), à medida que o material diminui de tamanho a dificuldade em separar por gravidade aumenta, fatores como forma, granulometria e velocidade do movimento devem ser considerados, pois a diferença de formatos produz diferentes forças de resistência no meio.

A escolha da sequência do produto nos equipamentos da unidade de beneficiamento, com a mesa densimétrica por último, requer uma análise minuciosa, visto que significativamente melhora o aspecto físico e fisiológico do lote. Mas existem outros fatores que devem ser considerados como espécie, tamanho da semente, tipo e quantidade de impurezas, que vão interferir na sequência das máquinas, podendo ser necessário o repasse do produto em razão da qualidade desejada do material (MELO *et al.*, 2016b).

### 3 OBJETIVOS

O *objetivo geral* deste trabalho consiste em avaliar a qualidade fisiológica e a composição proximal das sementes de sorgo beneficiadas em mesa densimétrica e armazenadas por três meses em ambiente climatizado.

Os *objetivos específicos* compreendem:

- a) avaliar a qualidade do repasse de sementes de sorgo beneficiadas na mesa densimétrica;
- b) avaliar a qualidade fisiológica das sementes de sorgo por meio das análises de teor de água, condutividade elétrica, germinação, primeira contagem, comprimento de plântula, massa seca de plântula, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas em areia, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado;
- c) avaliar a composição proximal por meio de testes de proteínas, carboidratos, cinzas e lipídeos; e
- d) avaliar o parâmetro cor do repasse de sementes de sorgo beneficiadas na mesa densimétrica.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), da empresa Sementes Goiás Ltda., localizada no município de Rio Verde - GO, na rodovia GO 174, km 03 à esquerda, Zona Rural. Foram utilizadas sementes de sorgo provenientes de um campo de produção do híbrido Nugrain 420, produzidas no ano agrícola de 2020 no município de Acreúna - GO, em um campo de produção de sementes.

A colheita das sementes de sorgo foi feita mecanicamente e, em seguida, transportadas em caminhões a granel para a UBS da empresa Sementes Goiás. Cada uma das cargas passou por amostragem para determinar o teor de impurezas e o teor de água (aproximadamente 17,0% base úmida - b.u.), posteriormente foram pesadas e encaminhadas para a descarga em moegas.

Após a descarga em moega, as sementes foram transportadas por elevadores de correntes para a pré-limpeza em uma máquina de ar, composta por dois jogos de peneiras para retirada de materiais mais grosseiros como talos, folhas, sementes chochas, torrões de terra etc. Posteriormente, foram conduzidas por correias transportadoras para a secagem artificial em secadores estacionários, atingindo o teor de água final em torno de 10,5% b.u.

Posteriormente ao processo de secagem, as sementes foram conduzidas por correias transportadoras e elevadores de corrente para o beneficiamento. Em seguida, procedeu-se à limpeza com a retirada do restante de impurezas do produto, na sequência, foi feita a classificação por tamanho através de uma peneira de crivo redondo nº 3.5, seguindo para a mesa densimétrica.



Figura 2 – Mesa densimétrica utilizada no experimento  
Fonte: A autora (2020).

A mesa densimétrica utilizada no trabalho, Figura 2, tem formato retangular, modelo MG- 120, com capacidade nominal de  $7 \text{ t/hora}^{-1}$ . Inicialmente foram retiradas amostras do beneficiamento nos seguintes pontos: duas bicas superiores da mesa Ponto 1 (P1) e Ponto 2 (P2) se destinaram ao ensaque e representaram a parte mais alta da mesa, a bica intermediária Ponto 3 (P3), que representa a parte mediana da mesa que, por meio de uma rosca transportadora e desvio, segue para um bag para ser feito posteriormente o repasse, e a bica inferior, que representa a parte mais baixa da mesa que vai para o descarte (D) (Fig. 3).

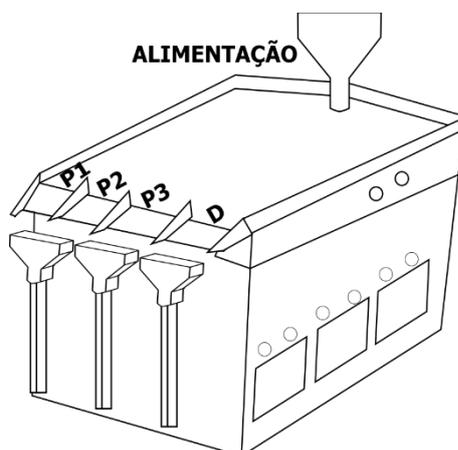


Figura 3 – Mesa densimétrica regulada no processo de beneficiamento  
Fonte: A autora (2020).

Para todos os tratamentos, foram coletadas amostras utilizando três repetições. As amostras advindas do repasse do beneficiamento foram: Ponto 3, repasse juntamente com o Ponto 1, mais o Ponto 2 (P3R1) retornando para o ensaque e a outra parte para o descarte que é o Ponto 3, repasse juntamente com o Ponto 3 mais o descarte (P3R2) (Fig. 4).

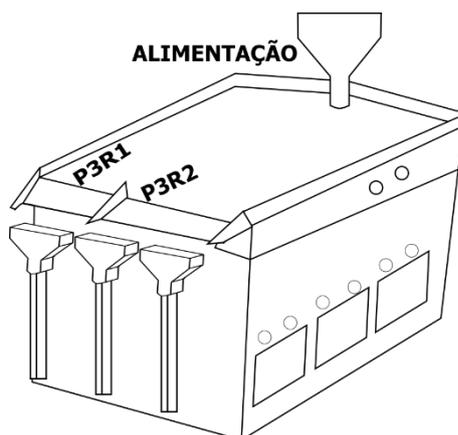


Figura 4 – Mesa densimétrica regulada no processo de repasse  
 Fonte: A autora (2020).

Após a coleta das amostras, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel do tipo “Single” com apenas uma folha, com capacidade de 1,0 kg, e armazenadas em câmara climatizada (13,99 °C e umidade relativa média de 63%), ficando localizadas próximo ao portão de entrada durante 3 meses. O armazenamento foi feito de agosto a novembro de 2020, com temperatura e umidade relativa do ambiente monitoradas de hora em hora por sensores digitais.

O experimento foi montado utilizando o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2, (seis tratamentos de beneficiamento nos diferentes pontos da mesa densimétrica durante o beneficiamento e repasse; 2 tempos de armazenamento), com três repetições, totalizando 36 parcelas.

Antes e depois do armazenamento, as amostras foram encaminhadas para os testes fisiológicos e de composição proximal no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais (LPCPV) do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. Para cada tratamento, as sementes foram avaliadas pelas seguintes análises:

#### **4.1 Teor de água (TA)**

O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa a 105 °C ± 3 °C, durante 24 h com três repetições de aproximadamente 15,0 g (BRASIL/MAPA, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

#### **4.2 Condutividade elétrica (CE)**

O teste foi feito com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, foram pesadas em balança com resolução de 0,01 g e colocadas para embeber em copos plásticos com capacidade de 200 mL, contendo 75 mL de água deionizada, posteriormente, foram colocadas em câmara climática do tipo B.O.D., a temperatura constante de 25 °C por 24 h (VIEIRA, R.; KRZYZANOWSKI, 1999 apud SANTOS, J. *et al.*, 2019). Após este período, a solução que continha as sementes foi levemente agitada para uniformização dos lixiviados e feita a leitura da condutividade elétrica em um condutivímetro digital portátil da marca Instrutherm, modelo CD-850, sendo os resultados divididos pela massa das 50 sementes, expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de sementes.

### **4.3 Germinação primeira contagem (GPC)**

A germinação foi feita com quatro subamostras de 50 sementes. Utilizou-se como substrato rolo de papel “Germitest” umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seca, mantida a temperatura constante de 25 °C. As avaliações foram feitas no 4º dia após a semeadura, com critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (KRZYZANOWSKI, FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

### **4.4 Germinação total (GT)**

Foi feita em conjunto com a primeira contagem de germinação, dez dias após a semeadura, somada primeira contagem com a segunda contagem, obtendo, assim, a germinação total (KRZYZANOWSKI, FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

### **4.5 Sementes não germinadas (SNG)**

Foram contabilizadas as sementes que não germinaram ao final do teste de germinação (KRZYZANOWSKI, FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

### **4.6 Comprimento de plântulas normais (CPN)**

A avaliação do comprimento das plântulas normais foi feita no quarto dia após

a instalação do teste de germinação, sendo feita a contagem de 15 plântulas normais. A medida das plantas foi tomada com o auxílio de uma placa milimetrada, com a obtenção do comprimento da parte aérea (coleóptilo) e do sistema radicular (raiz), dividindo-se o valor total do comprimento das plântulas analisadas, coleóptilo e raiz, pelo número de plântulas avaliadas, sendo os resultados expressos em centímetros, conforme descrito por Nakagawa (1999 apud SILVA, R. T. *et al.*, 2016).

#### **4.7 Plântulas normais (PN)**

A contagem das plântulas normais foi feita juntamente com o teste de germinação, computando no quarto dia após a semeadura, especificando plântulas com sistema radicular e partes aéreas desenvolvidas, além de tamanho mínimo de um centímetro (KRZYZANOWSKI, FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

#### **4.8 Plântulas anormais (PA)**

Em conjunto com o teste de germinação primeira contagem, no quarto dia após a semeadura foram verificadas as plântulas com ausência na parte aérea e no sistema radicular, com comprimento inferior a um centímetro (KRZYZANOWSKI, FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

#### **4.9 Massa seca de plântulas normais (MS)**

Após a determinação do comprimento das plântulas normais, elas foram colocadas em embalagem de papel kraft e levadas para a estufa com circulação de ar forçada, regulada a 65 °C, durante 72 horas. Posteriormente, o material seco foi resfriado em dessecadores e pesado em balança com resolução de 0,0001 g, tendo a massa obtida sido dividida pelo número de plântulas normais que compuseram a amostra, obtendo-se a massa média da matéria seca por plântula (NAKAGAWA, 1994 apud BERTONHA *et al.*, 1980).

#### **4.10 Índice de velocidade de germinação (IVG)**

O índice de velocidade de germinação foi aferido no gerbox e calculado pelo somatório de sementes germinadas diariamente consideradas acima de 1cm, a partir do 1º dia de semeadura e a germinação nos dias decorridos, calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962) [Equação (1)]:

$$IVG = \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \dots + \frac{G_n}{D_n} \quad (1)$$

em que:

IVG = Índice de velocidade de germinação;

G1 = Número de plântulas germinadas na primeira contagem;

D1 = Número de dias para a primeira contagem;

Gn = Número de plântulas germinadas na última contagem; e

Dn = Número de dias para a última contagem.

#### **4.11 Emergência de plântulas em areia (EPA)**

O teste de emergência (NAKAGAWA, 1999 apud SILVA, R. T. *et al.*, 2016) foi feito com quatro amostras de 50 sementes por lote, sendo semeadas em canteiro com camada de areia em casa de vegetação e substrato de areia umedecido a cada 3 h. Na avaliação final, foram consideradas emergidas as plântulas que apresentaram os primórdios foliares a 1 cm do substrato, com contagem a partir do 1º ao 14º dia após a semeadura, tendo sido avaliados:

##### **4.11.1 Índice de velocidade de emergência (IVE)**

Foi feito em conjunto com o teste de emergência de plântulas, tendo a velocidade de emergência sido determinada anotando-se diariamente o número de plântulas emergidas com os primórdios foliares acima do substrato, calculado segundo Maguire (1962).

##### **4.11.2 Comprimento de plântulas normais (CPN)**

Calculado concomitantemente com o teste de emergência, foi feito no 14º dia

após a semeadura, utilizando o seguinte critério: plantas com todas as suas estruturas essenciais (sistema radicular e parte aérea) bem desenvolvidas, completas, proporcionais, saudáveis  $\geq$  a 9 cm (BRASIL/MAPA, 2009).

#### **4.12 Envelhecimento acelerado (EA)**

O teste de envelhecimento acelerado foi feito com quatro subamostras de uma camada uniforme de sementes, colocadas sobre tela de arame em caixas de plástico (Gerbox), contendo ao fundo 40 mL de água destilada, mantidas em B.O.D por 72 h, a 43 °C (MIRANDA; NOVEMBRE; CHAMMA, 2001). Após o período de envelhecimento, foi feito o teste de germinação, com avaliação após quatro dias de semeadura, registrando a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 1992 apud; SILVA, M., 1992).

Também foi determinado o teor de água das sementes após o período de envelhecimento para verificar a uniformidade das condições do teste, conforme Marcos Filho (1999 apud MENDONÇA *et al.*, 2008).

#### **4.13 Cor**

A determinação dos parâmetros de cor foi feita pelo Colorímetro Color Flex EZ, marca HunterLab, previamente calibrado em superfície branca e preta, conforme padrões do fabricante. Foi feita a avaliação que fornece as coordenadas L\*, a\*, b\*, Croma (C\*) e ângulo hue (h°), podendo os valores de L\* (luminosidade ou brilho) variar do preto (0) ao branco (100), a\* do verde (-60) ao vermelho (+60), b\* expresso a cor azul (-60) ao amarelo (+60), C\* (Croma) representado por saturação e Ângulo hue representado por tonalidade, conforme determinação de Blandino *et al.* (2013).

#### **4.14 Determinação da composição proximal**

##### **4.14.1 Proteínas**

O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, descrito na *Association of official analytical Chemists* (AOAC, 1995 apud SANTOS, E., 2020), tendo sido usados 0,5 g da amostra sólida, colocada em tubo de digestão, acrescentando,

aproximadamente, 2 g de mistura catalítica (100 g de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10 g de CuSO<sub>4</sub> e 0,8 g de selênio metálico em pó) + 7 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido sulfúrico) nos tubos. Os tubos foram passados para o bloco digestor para a total destruição da matéria orgânica, com temperatura de 400 °C por, aproximadamente, 2 horas, observando sempre o comportamento do produto, fazendo com que a amostra digerida apresentasse uma solução com coloração verde translúcida. Posteriormente, houve o resfriamento da amostra até a temperatura ambiente, adicionando 10 mL de água destilada a cada tubo, tendo estes tubos sido levemente agitados até atingir a coloração azul clara. Na destilação, foram adicionados 20 mL de solução de NaOH 40% e 20 mL de ácido bórico como indicador até que 125 mL de destilado fosse atingido. Por fim, foi feita a titulação com HCl 0,1 N padronizado até a mudança de coloração verde para rosa, com o teor obtido pela Equação (2):

$$\% \text{ Proteína bruta} = \frac{\text{mL de HCL} \times F \times N \times 0,014 \times f}{\text{g de amostra}} \times 100 \quad (2)$$

em que:

mL HCL = Volume gasto na titulação;

N = Normalidade do HCL (0,1);

F= Fator de correção da normalidade do ácido; e

f = Fator de conversão de nitrogênio em proteína (tabelado), utilizando 6,25, de acordo com a RDC N° 360 (BRASIL/MS/ANVISA, 2003).

Para obtenção dos resultados, foi utilizado o fator 6,5, que converte o valor obtido pela destilação de nitrogênio em proteína, expresso em g 100 g<sup>-1</sup> em relação à massa da amostra seca.

#### 4.14.2 Lipídeos

O teor de lipídeos foi obtido pelo método de Soxhlet, descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo pesadas 3 g de cada amostra em triplicata e colocadas no papel filtro e conduzidas ao aparelho de Soxhlet. Os balões utilizados foram marcados e levados à estufa em temperatura de 105 °C durante 1 h, em seguida, conduzidos ao dessecador por 20 min e pesados. Adicionou-se hexano e se acoplou ao destilado do aparelho sob aquecimento, mantendo por 8 h a extração. Após esse processo, o balão foi levado ao aparelho rotaevaporador e, posteriormente, à estufa a 105 °C para retirada do solvente

residual, sendo resfriado em dessecador por 20 min e pesado. Os valores foram representados em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de lípidos, conforme Equação (3):

$$\text{Lípidos (g } 100 \text{ g}^{-1}) = \frac{100 \times m \times M}{[P \text{ amostra (g)}]} \quad (3)$$

em que:

m = Massa de lípidos (g)

M = Massa da matéria seca

#### 4.14.3 Cinzas

Para determinação das cinzas, foram pesados 3 g de amostra seca em balança analítica em triplicata. As amostras foram colocadas em cadinhos de porcelana devidamente secos e levadas para mufla modelo EDGCON 1P (550 °C) por 8 h. Posteriormente, foram transferidas para o dessecador onde foram esfriadas por 20-30 minutos e pesadas em balança analítica segundo o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando para o cálculo a Equação (4):

$$\text{Cinzas (g } 100 \text{ g}^{-1}) = \frac{C \times 10_0}{M} \quad (4)$$

em que:

C = Massa de cinzas (g)

M = Massa de amostra (g)

#### 4.14.4 Carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado pela diferença do somatório das porcentagens do teor de água, proteínas, lípidos e cinzas subtraídas de 100. O resultado foi expresso em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  conforme Equação (5):

$$\text{Teor de carboidrato (g } 100 \text{ g}^{-1}) = 100 - (\text{Teor de água} + \text{Proteína} + \text{Lípidos} + \text{Cinzas}) \quad (5)$$

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ambiente climatizado de armazenamento das sementes, a média geral da temperatura foi de 13,9 °C e da umidade relativa foi de 63,0% (Fig. 5). No mês de agosto, foi registrada a menor temperatura do armazenamento, 10,3 °C, entretanto as médias mínimas mensais foram registradas dentro dos meses de agosto, setembro e outubro, com valores de 13,30 °C, 13,23 °C e 13,94 °C, respectivamente, e a média máxima mensal de 15,51 °C foi registrada no mês de novembro. A média máxima registrada da umidade relativa foi de 65,0% no mês de novembro e a média mínima de 59,0%; 62,0% e 64,0% nos meses de setembro, agosto e outubro, respectivamente.

Já o mês de outubro apresentou umidade relativa mínima de 33,5% e máxima de 90,7%.

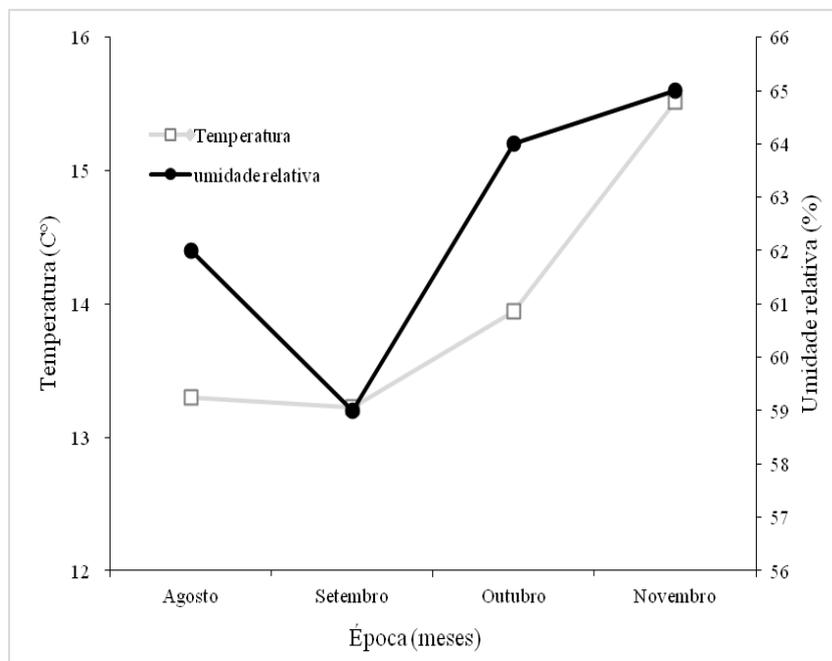


Figura 5 – Média de temperatura (°C) e umidade relativa (%) do armazém refrigerado onde foram armazenadas as sementes de sorgo

Fonte: A autora (2020).

As alterações de temperatura observadas ocorreram por consequência das mudanças climáticas do ambiente, em que, no período de máxima, ocorreu o pico do processo de expedição das sementes, alcançando, assim, uma maior movimentação dentro do armazém onde as amostras estavam armazenadas. Além disso, essas oscilações de temperatura e umidade relativa influenciam diretamente nas características iniciais das sementes conforme citam Oliveira *et al.* (2015), que trabalharam com feijão caupi, ressaltando a importância de preservar a qualidade das sementes, mantendo reduzida a atividade metabólica e baixas a umidade relativa do ar e a temperatura.

A Tabela 1 mostra as análises de variância e o coeficientes de variação correspondentes às variáveis analisadas em função do beneficiamento de sementes de sorgo com seis tratamentos, contemplando o repasse e três meses de armazenamento em armazém refrigerado, bem como suas possíveis interações.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

VARIÁVEIS ANALISADAS	FONTE DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS	CV (%)	
			1	2
Teor de água (%b.u.)	- Tratamento	0,19*		
	- Meses	0,84**	1,93	1,93
	- Tratamento x Meses	0,12 <sup>NS</sup>		
Condutividade elétrica ( $\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )	- Tratamento	6057,8**		
	- Meses	99,73**	7,50	7,46
	- Tratamento x Meses	39,69*		
Germinação (%)	1º Contagem	- Tratamento	3275,5**	
		- Meses	0,44 <sup>NS</sup>	2,70
		- Tratamento x Meses	4,14 <sup>NS</sup>	3,45
	Total	- Tratamento	3227,1**	
		- Meses	0,56 <sup>NS</sup>	2,89
		- Tratamento x Meses	5,24 <sup>NS</sup>	3,07
IVG (Adimensional)	- Tratamento	139,88**		
	- Meses	103,65**	7,89	
	- Tratamento x Meses	3,37 <sup>NS</sup>	9,1	
Plântulas (%)	Normais	- Tratamento	2481,62**	
		- Meses	3,67 <sup>NS</sup>	12,9
		- Tratamento x Meses	26,72 <sup>NS</sup>	14,58
	Anormais	- Tratamento	2481,62**	12,9
		- Meses	3,67 <sup>NS</sup>	14,58
		- Tratamento x Meses	26,72 <sup>NS</sup>	
Comprimento de plântulas normais (cm)	- Tratamento	0,45 <sup>NS</sup>	-	
	- Meses	7,88**	7,33	
	- Tratamento x Meses	0,61*	6,3	
Massa seca plântulas normais (g)	- Tratamento	0,002**	14,83	
	- Meses	0,004**	17,75	
	- Tratamento x Meses	0,001*		

(Continua...)

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

VARIÁVEIS ANALISADAS	FONTE DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS	(Conclusão)	
			CV (%)	
			1	2
Sementes não germinadas (%)	-	Tratamento	3160,32**	
	-	Meses	1,56 <sup>NS</sup>	10,09
	-	Tratamento x Meses	7,88 <sup>NS</sup>	11,6

\*\*Significativo a 1%, \*significativo a 5% e NS não significativo pelo teste F. CV- Coeficiente de Variação.

Fonte: A autora (2020).

A Tabela 2 apresenta os valores do teor de água (TA) das sementes de sorgo ao longo do armazenamento. A média inicial do TA das sementes foi de 12,10% (b.u.), apresentando diminuição ao longo do armazenamento para todos os tratamentos.

Tabela 2 – Teor de água (% b.u.) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TRATAMENTOS	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (MESES)		Média
	0	3	
P1	11,85	11,43	11,64a
P2	11,99	11,71	11,85ab
P3	12,05	12,02	12,04ab
D	12,54	11,75	12,15b
P3R1	11,97	11,96	11,97ab
P3R2	12,19	11,87	12,03ab
Média	12,09B	11,79A	-

Letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.  
Fonte: A autora (2020).

A diminuição do teor de água no armazenamento pode ser devida às condições de armazenamento, pois houve aumento gradativo na temperatura e queda seguida de alta na umidade relativa (UR) (Fig. 5). Além disso, as embalagens armazenadas tinham alta permeabilidade (sacos de papel com uma camada), fazendo com que houvesse troca do vapor d'água entre as sementes e o ambiente externo. Williams, Murdock e Baributsa (2017), estudando o armazenamento de sementes de sorgo em embalagens de sacos de tecido, garrafas de refrigerante de plástico e recipientes herméticos, observou que não houve alteração negativa na qualidade das sementes, mas que a alta temperatura e umidade relativa do ambiente diminuíram a qualidade a longo prazo, ressaltando ainda que sementes armazenadas em embalagens e ambientes inadequados terão deterioração e perda de vigor.

A Tabela 2 mostra que houve diferença entre o tratamento P1 (parte mais alta da mesa) e o tratamento D (parte mais baixa da mesa), neste caso, um teor de água maior

para esse último tratamento. Esses resultados confirmam aqueles obtidos por Alexandre e Silva, W (2000), que avaliaram a qualidade física de ervilhaca-comum, em que as sementes das descargas inferiores apresentavam maior teor de água, portanto, menor peso específico e volumétrico.

A Tabela 3 apresenta os valores de condutividade elétrica (CE) da solução de sementes de sorgo em que houve interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. Os dados mostram que para P3, D e P3R2 obtiveram valores maiores comparativamente a P1, P2 e P3R1. Segundo Ullmann *et al.* (2015 apud SILVA, T. *et al.*, 2017), o teste de condutividade elétrica proporciona uma separação assertiva dos diferentes níveis de vigor das sementes medido de forma indireta, além de determinar a quantidade de lixiviados na solução de embebição. Dados obtidos por Drumond *et al.* (2019) reforçam que o crescente aumento da condutividade elétrica compromete a qualidade fisiológica e o vigor das sementes, provocando uma desordem das células das membranas, deixando as sementes mais suscetíveis a danos externos.

Os tratamentos D e P3R2 foram encaminhados diretamente para o descarte, e os resultados da Tabela 3 reforçam os valores elevados da condutividade elétrica para esses tratamentos. De acordo com Fessel *et al.* (2003), que avaliaram a qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento, o acréscimo de lixiviação de metabólitos, sucedido da ocorrência de danos mecânicos, reduz o vigor e a germinação das sementes. Nunes *et al.* (2017), determinando a qualidade de sementes de feijão, observaram que quanto maior o valor absoluto em relação à condutividade elétrica menor o vigor e que a menor quantidade de lixiviados na solução indica maior vigor, demonstrando uma melhor estruturação das membranas.

Tabela 3 - Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) da solução para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

Tratamentos	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (MESES)	
	0	3
P1	12,54 a A	12,80 a A
P3	44,7 c B	36,60 b A
D	102,78 d B	91,37 d A
P3R1	20,58 b A	19,57 a A
P3R2	48,03 c A	49,16 c A

Letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

Analisando os valores médios de germinação e de condutividade elétrica, os

resultados são inversamente proporcionais, pois, para a condutividade, quanto maiores os valores, pior será a qualidade do lote, mostrando que os descartes (D e P3R2) têm valores menores de germinação e, conseqüentemente, maior grau de condutividade elétrica. Soares *et al.* (2010) conduziram uma série de testes para avaliar o vigor de sementes de sorgo com ênfase na condutividade elétrica, reforçando que o teste não é uma opção eficiente para a classificação dos lotes em níveis de vigor, obtendo maior precisão para identificar lotes de baixo vigor (P3R2 e D), conforme apresentado nos resultados deste trabalho.

Os resultados do teste de germinação, de maneira geral, indicam que para todos os tratamentos houve diferença, Tabela 4, evidenciando a germinação primeira contagem (GPC) e a germinação total (GT).

Tabela 4 – Valores médios de germinação primeira contagem (GPC) e germinação total (GT) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

Tratamentos	GPC (%)	GT (%)
P1	98,00a	98,33a
P2	95,75ab	95,83ab
P3	75,25c	76,08c
D	36,58e	37,25e
P3R1	92,67b	93,33b
P3R2	69,25d	70,25d

Letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.  
Fonte: A autora (2020).

Constatou-se (Tabela 4) que a média da germinação primeira contagem foi alta, conseqüentemente, os valores de GT (contagem final aos dez dias após a instalação do teste) ficaram próximos, visto que a maior parte das sementes já havia germinado, demonstrando a consistência dos testes. De acordo com os resultados do teste, destacam-se os tratamentos P1, P2 e P3R1 com melhor potencial fisiológico, sendo considerados de alto vigor, já os tratamentos P3, D e P3R2 apresentaram menores valores, conseqüentemente, vigor reduzido. Silva, R. S. *et al.* (2016), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de sorgo tipo biomassa, obtiveram resultados semelhantes na primeira contagem de germinação e no teste de germinação, reforçando no seu estudo a importância de inúmeros testes para avaliar a qualidade das sementes, pois o teste de primeira contagem avalia indiretamente a velocidade de germinação.

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram decréscimo na germinação da parte alta (P1), intermediária alta (P2) intermediária baixa (P3) e baixa (D), colocando em evidência que, quando ocorre repasse das sementes de sorgo, a germinação aumenta mais uma vez, fato este que ocorreu no tratamento P3R1. O teste de primeira contagem

reforça o teste de germinação, visto que ambos destacam a inferioridade da qualidade das sementes descarregadas na parte baixa da mesa densimétrica. O presente estudo confirma os resultados obtidos por Gadotti *et al.* (2006), que, avaliando a qualidade de sementes de couve brócolis beneficiadas em mesa densimétrica, obtiveram resultados semelhantes no teste de primeira contagem e germinação.

Observa-se (Tabela 5) que o IVG das sementes de sorgo aumentou ao longo do tempo de armazenamento, indicando influência para todos os tratamentos estudados. O IVG tem o objetivo de identificar sementes com emergência de plântulas mais rápida em campo ou em estufa. Costa *et al.* (2012), analisando a qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento, observaram que os valores de IVG das sementes foram elevados em razão do armazenamento em câmara climatizada, aumentando ao longo do tempo, confirmando o resultado do trabalho em questão.

No presente trabalho, foram observados altos índices de velocidade de germinação nos tratamentos P1, P2, P3 e P3R1, enquanto os tratamentos D e P3R2 apresentaram baixos valores de IVG (Tabela 5).

Tabela 5 – Índice de velocidade de germinação (IVG) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (meses)		Média
	0	3	
P1	16,24	21,12	18,68a
P2	16,16	21,40	18,78a
P3	13,44	16,93	15,19b
D	5,70	7,02	6,36c
P3R1	16,71	19,83	18,27a
P3R2	12,01	14,31	13,16b
Média	13,38A	16,77B	

Letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.  
Fonte: A autora (2020).

Conforme observado por Krenchinski *et al.* (2015), sementes de sorgo de determinadas espécies têm sementes não germinadas, pois a presença de substâncias internas, externas, ou até mesmo quando entram em contato com o embrião inibe a germinação. Além disso, os autores destacam que o sorgo tem a capacidade de germinar mesmo em condições adversas de temperatura. Ullmann *et al.* (2018) constataram que quanto maior o IVG menor o tempo de exposição aos fatores adversos do meio ambiente, como, por exemplo, temperatura de secagem da semente.

Tabela 6 – Valores médios para sementes não germinadas (SNG), plântulas normais (PN) e plântulas anormais (PA) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

Tratamentos	SNG (%)	PN (%)	PA (%)
P1	1,67e	73,00a	25,00ab
P2	4,17de	66,67ac	28,75ab
P3	23,92c	48,25b	26,75abc
D	62,08a	20,50d	16,08c
P3R1	6,75d	57,08bc	35,67ab
P3R2	29,83b	31,58d	37,67a

Letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

A Tabela 6 mostra que os tratamentos foram significativos, diferindo entre si para sementes não, sendo que o maior percentual pode estar relacionado ao tipo de substrato utilizado para o teste, ao grau de maturidade fisiológica da semente, a algum tipo de dormência específica, entre outros. Percebe-se que os tratamentos D e P3R2 foram os que tiveram o maior percentual de sementes não germinadas, reforçando que essas sementes são destinadas diretamente ao descarte sem avaliação prévia.

Analisando os resultados do teste de germinação e considerando a média de plântulas normais e plântulas anormais, verifica-se na Tabela 6 que o número médio de PN e PA diferiu em todos os tratamentos. As sementes identificadas como de baixo vigor na maioria dos testes de germinação (D e P3R2) apresentaram menores porcentagens de PN, em comparação com os lotes intermediários (P3 e P3R1) e de alto vigor (P1 e P2). Para os resultados de PA, houve também diferença para todos os tratamentos, sendo que nos tratamentos do repasse (P3R1 e P3R2) obteve-se, maior índice de PN em comparação com os demais tratamentos. De acordo com Soares *et al.* (2010), lotes com maior porcentagem de plântulas normais podem estar relacionados à maior disponibilidade de água, luminosidade no germinador, temperatura ideal e características durante a execução do teste, fazendo com que tenham um maior número de plântulas normais.

Plântulas anormais ou sementes mortas são oriundas de danos por deterioração de tecidos nas sementes de sorgo, constatou o estudo de Javorski e Cicero (2017) avaliando a morfologia interna das sementes de sorgo com raio x. Análise de Coelho *et al.* (2014) com sorgo forrageiro submetido a estresse salino mostrou que sementes de menor vigor originaram maiores médias para plântulas anormais, resultado esse diferente do presente estudo, conforme apresentado na Tabela 6. Almeida, T. T. *et al.* (2016) certificaram nas alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas de sementes de sorgo que a dormência pode ter relação com o número de plântulas anormais, principalmente quando as sementes atingem teor de água inferior a 11% (b.u.).

Para a variável comprimento de plântulas normais, não houve diferenças para os tratamentos, porém houve efeito do tempo de armazenamento, tendo ocorrido uma diminuição do CPN de acordo com o tempo (Tabela 7).

Félix *et al.* (2017), armazenando sementes de *Adonidia merrillii*, verificaram que o comprimento de plântulas apresentou decréscimo progressivo com o avanço do período de armazenamento, confirmando os resultados desse trabalho. Macedo *et al.* (2020), avaliando a qualidade física e fisiológica de sementes de cártamo submetidas ao beneficiamento em mesa da gravidade, identificaram que o comprimento total de plântulas pode estar relacionado com a densidade das sementes, massa específica e massa de mil sementes. Almeida, T. *et al.* (2016), analisando a qualidade de sementes de soja beneficiadas em mesa de gravidade, verificaram que o comprimento total das plântulas não apresentou interação entre os fatores avaliados, certificando que o beneficiamento de sementes de soja em mesa de gravidade não influenciou no crescimento do comprimento de plântulas.

Tabela 7 – Valores médios (%) de comprimento de plântulas normais (CPN) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (meses)	
	0	3
P1	6,75b	5,73a
P2	6,73b	5,36a
P3	6,76b	5,61a
D	6,74a	6,94a
P3R1	7,06b	5,47a
P3R2	6,64a	5,95a

Letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

A avaliação da massa seca de plântulas normais (MS) foi feita em conjunto com o CPN. Constatou-se, pelas médias apresentadas na Tabela 8, que houve diferença entre os tratamentos e os meses de armazenamento para MS, tendo sido verificado que os tratamentos P1, P2 e P3R1 obtiveram a maior média de MS. Plântulas com massas secas maiores indicam melhor qualidade fisiológica das sementes que as originaram e são consideradas mais vigorosas por terem maior acúmulo de matéria seca.

De acordo com Nakagawa (1999 apud SILVA, R. T. *et al.*, 2016), plântulas com maior peso advêm do acúmulo de matéria seca, conseqüentemente as sementes são mais vigorosas, fazendo maior transferência de massa de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário. Barbieri *et al.* (2013) verificaram que sementes de melhor qualidade

fisiológica apresentam maior produção de massa seca, além de plântulas de alto vigor, e produzem maior quantidade de matéria seca do que aquelas de médio vigor.

Tabela 8 – Massa seca (g. plântula<sup>-1</sup>) para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (meses)	
	0	3
P1	0,11 a A	0,14 b B
P2	0,11 a A	0,14 b A
P3	0,09 a A	0,13 b B
D	0,09 a B	0,06 a A
P3R1	0,11 a A	0,14 b A
P3R2	0,08 a A	0,10 ab A

Letras minúsculas na coluna e letras maiúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.  
Fonte: A autora (2020).

A Tabela 9 apresenta o teste em areia: para Emergência de plântulas (EM) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), houve efeito dos tratamentos e do tempo de armazenamento isoladamente; já para Comprimento de Plântulas Normais (CPN), houve interação entre os fatores avaliados. No envelhecimento acelerado, as variáveis plântulas normais (PN), sementes não germinadas (SNG) e germinação total (GT) foram significativas para tratamento e tempo de armazenamento a 1% de significância, sendo as variáveis plântulas anormais (PA) e teor de água (TA) com interação entre os tratamentos e os meses a 1% de significância.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância para emergência de plântulas em areia para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TESTE EM AREIA				
VARIÁVEIS ANALISADAS	FONTE DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS	CV (%)	
			1	2
Emergência de plântulas em areia (%)	Tratamento	3584,0**		
	Meses	203,06**	6,19	6,19
	Tratamento x Meses	21,38 <sup>NS</sup>		
IVE (Adimensional)	Tratamento	884,47**		
	Meses	79,35**	5,58	5,58
	Tratamento x Meses	6,08 <sup>NS</sup>		
CPN (cm)	Tratamento	3034,3**		
	Meses	1338,34**	0,00	0,00
	Tratamento x Meses	281,69**		
Envelhecimento acelerado				
PN	Tratamento	1763,36**		
	Meses	981,78**	16,02	11,92
	Tratamento x Meses	45,24 <sup>NS</sup>		
PA	Tratamento	359,21**		
	Meses	177,78**	24,11	16,63
	Tratamento x Meses	82,79**		

(Continua...)

Tabela 9 - Resumo da análise de variância para emergência de plântulas em areia para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

(Conclusão)				
TESTE EM AREIA				
VARIÁVEIS ANALISADAS	FONTE DE VARIACÃO	QUADRADOS MÉDIOS	CV (%)	
			1	2
SNG	Tratamento	3538,23**	-	-
	Meses	324,00**	18,93	21,37
	Tratamento x Meses	28,08 <sup>NS</sup>	-	-
GT	Tratamento	3538,23**		
	Meses	324,00**	6,75	7,62
	Tratamento x Meses	28,08 <sup>NS</sup>		
TA	Tratamento	3,27**		
	Meses	39,36**	0,00	0,00
	Tratamento x Meses	4,38**		

\*\*Significativo a 1%, \*significativo a 5% e NS não significativo pelo teste F. CV- Coeficiente de Variação.

Fonte: A autora (2020).

Em ambos os testes Emergência de plântulas em areia e Envelhecimento Acelerado, foram identificados três níveis de vigor (Tabelas 10 e 11). Os tratamentos P1, P2 e P3R1 são lotes que estão acima do padrão de comercialização de sementes de sorgo na Instrução Normativa nº 45 MAPA – 2013. As frações de sementes no tratamento D mostram qualidade inferior aos outros tratamentos por se localizarem na parte mais baixa da mesa. Gadotti *et al.* (2020), estudando a eficiência da mesa de gravidade no processamento de sementes de coentro, verificaram que sementes das descargas alta, intermediária alta e intermediária apresentaram grau maior de viabilidade superior em comparação com a parte baixa da mesa. Pelos resultados observados neste trabalho, reforça-se que o teste de envelhecimento acelerado separa as sementes por níveis de vigor, conforme encontrado nesse estudo, e que a mesa densimétrica aumenta a viabilidade de lotes de sementes em processamento.

Tabela 10 – Valores médios do teste de emergência em areia, germinação do envelhecimento acelerado e índice de velocidade de emergência em areia para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TRATAMENTOS	(% EM)	(%EV)	(IVE)
P1	92,75a	94,72a	43,83 <sup>a</sup>
P2	91,00a	92,67a	44,00a
P3	65,17b	69,75b	30,11b
D	30,58c	30,83c	13,95c
P3R1	90,25a	89,17a	43,87 <sup>a</sup>
P3R2	62,00b	65,50b	28,90b

Letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

O índice de velocidade de emergência possibilitou a separação das sementes descarregadas na mesa densimétrica, oriundas do beneficiamento e do repasse, em três

níveis de vigor, com superioridade nas sementes da parte alta do beneficiamento e do repasse (P1, P2 e P3R1), além de estratificar a inferioridade para as sementes da parte baixa. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Gadotti *et al.* (2006) e Pereira, Albuquerque e Oliveira (2012), reforçando que sementes coletadas na descarga superior da mesa gravitacional apresentaram maior índice de velocidade de emergência, destacando a função da mesa densimétrica, que é aumentar a viabilidade das sementes que estão em processamento.

A Tabela 11 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e cor. Nas variáveis cinzas, proteínas e cor, houve efeito dos tratamentos e do tempo de armazenamento isoladamente. Para lipídeos, houve efeito dos tratamentos no beneficiamento e para os carboidratos o tempo de armazenamento influenciou, sendo que para nenhuma das variáveis analisadas houve interação entre os fatores avaliados.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para as análises de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e cor para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

VARIÁVEIS ANALISADAS	FONTE DE VARIAÇÃO	QUADRADOS MÉDIOS	CV (%)	
			1	2
Cinzas	Tratamento	0,20*		
	Meses	0,20**	12,43	8,85
	Tratamento x Meses	0,04 <sup>NS</sup>		
Proteínas	Tratamento	1,40**		
	Meses	128,78**	3,49	4,35
	Tratamento x Meses	0,59 <sup>NS</sup>		
Lipídeos	Tratamento	2,87*		
	Meses	0,13 <sup>NS</sup>	18,93	26,16
	Tratamento x Meses	1,01 <sup>NS</sup>		
Carboidratos	Tratamento	1,96 <sup>NS</sup>		
	Meses	110,61**	1,42	1,90
	Tratamento x Meses	1,39 <sup>NS</sup>		
Cor	Tratamento	1763,36**		
	Meses	981,78**	16,02	11,92
	Tratamento x Meses	45,24 <sup>NS</sup>		

\*\*Significativo a 1%, \*significativo a 5% e NS - não significativo pelo teste F. CV- Coeficiente de Variação.

Fonte: A autora (2020).

Em relação ao teor de proteínas e cinzas, ambos tiveram diferenças significativas nos tratamentos e no tempo de armazenamento (Tabela 12) tendo o presente estudo mostrado valores para o teor de proteína entre 10,76 e 12,11%. Pesquisas conduzidas por López Ortiz, Tique e Pérez Lavalle (2011) e Aguilar *et al.* (2015) encontraram valores de proteínas semelhantes a essa pesquisa. Além disso, ressalta-se que há diferenças no teor de proteínas de acordo com os genótipos de sorgo em análise, considerando que esse teor

é um dos principais para o crescimento e desenvolvimento da planta.

Outros estudos com a proteína do sorgo, como, por exemplo, de Antunes *et al.* (2008), encontraram valores mais altos do que os avaliados neste experimento, de 14,71% a 19,44%. Queiroz *et al.* (2015b), pesquisando a composição proximal do sorgo, avaliaram 33 genótipos e relataram uma variação ainda maior, fato que justifica o presente trabalho, certificando que o sorgo pode apresentar grande variabilidade nos teores de proteína.

Tabela 12 – Valores médios de armazenamento de cinzas e proteínas para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TRATAMENTOS	CINZAS (g 100 g <sup>-1</sup> )	PROTEÍNAS (g 100 g <sup>-1</sup> )
P1	1,54b	10,76b
P2	1,42b	11,49ba
P3	1,73ab	11,79 <sup>a</sup>
D	1,95a	11,92 <sup>a</sup>
P3R1	1,58ba	11,85 <sup>a</sup>
P3R2	1,62ba	12,11 <sup>a</sup>

Letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

Para teor de cinzas, fração mineral dos grãos (Tabela 12) os valores ficaram entre 1,42% e 1,95%. Na comparação entre os períodos de armazenamento, o período de três meses proporcionou maior teor de cinzas. Dynner *et al.* (2017), estudando a composição proximal e o teor de minerais das farinhas de sorgo branco, verificaram que o teor de cinzas é um indicador do conteúdo geral de minerais, visto que são encontradas nos tegumentos externos da planta, além disso à medida que a matéria orgânica é consumida, são encontrados valores proporcionalmente maiores. Silva, R. F., Câmara e Amaral (2018) encontraram valores acima para biomassa do sorgo, podendo essa diferença ocorrer em razão da cultivar analisada, da parte da planta processada, entre outros. Considerando que o teor de cinzas é um dos constituintes químicos dos grãos, observa-se que ele apresenta a menor variação no conteúdo total durante o armazenamento.

A Tabela 13 apresenta os valores de lipídeos, podendo ser notado que os pontos mais altos da mesa (P1, P2 e P3) contêm valores maiores de lipídeos, e quando ocorre o repasse, esses valores são reduzidos, fazendo com que ainda assim os valores fiquem mais elevados nos pontos mais altos da mesa. Queiroz *et al.* (2015a), em um estudo com grãos de sorgo, enfatizam que os lipídeos dos grãos são ricos em ácidos graxos, principalmente o gérmen, além do mais, essa concentração dependerá da extensão, da remoção do pericarpo e do gérmen em alguns processos de germinação e de moagem dos grãos.

Correia *et al.* (2020), estudando a farinha extrusada de um genótipo de sorgo, e Castro-Campos (2021), analisando as propriedades estruturais e térmicas de grãos de sorgo, verificaram que na fração lipídica estão presentes os ácidos graxos poli-insaturados linoleico, palmítico, esteárico, oleico e linolênico, afirmando que, quando os grãos são armazenados de forma inadequada, pode ocorrer aumento da oxidação lipídica.

Tabela 13 – Valores médios de armazenamento de lipídeos para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TRATAMENTOS	LIPÍDEOS (g 100 g <sup>-1</sup> )
P1	4,73ba
P2	5,25 <sup>a</sup>
P3	4,39ba
D	3,17b
P3R1	4,11ba
P3R2	4,38ba

Letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

Os resultados referentes ao teor de carboidratos estão apresentados na Tabela 14, que mostra efeito para as variáveis tratamento e tempo de armazenamento, na sequência, houve redução do teor de carboidratos para todos os tratamentos. Viera, A. *et al.* (2020), caracterizando o amido isolado de diferentes tipos de sorgo, obtiveram teor de carboidratos ligeiramente superior ao valor referido nesse estudo, ressaltando que essas variações são decorrentes das variedades do grão em estudo e também das condições ambientais de cultivo. Para o presente estudo, foram encontrados valores entre 67,79% e 73,01% do teor de carboidratos, considerando diferenças significativas para os tratamentos e para o armazenamento. Rashwan *et al.* (2020), estudando tecnologias de processamento para o desenvolvimento de produtos alimentícios à base de sorgo, encontraram valores semelhantes aos dessa pesquisa. Queiroz *et al.* (2015b), fazendo análises de grãos de sorgo cultivados em ambientes com e sem estresse hídrico, também encontraram valores semelhantes ao desta pesquisa (55,9-73,2). Os valores podem ser diferentes em razão da escolha das cultivares, região de cultivo, entre outros.

Tabela 14 – Carboidratos de sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TRATAMENTOS	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (MESES)	
	0	3
P1	72,54	70,12
P2	72,18	67,79

(Continua...)

Tabela 14 – Carboidratos de sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TRATAMENTOS	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (MESES)	
	0	3
P3	71,70	68,41
D	73,01	68,60
P3R1	72,58	68,40
P3R2	71,02	68,86
Média	72,17b	68,70a

(Conclusão)

Letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

Os resultados obtidos para o valor de L\*, a\*, b\*, croma e hue, estão apresentados na Tabela 15. Para a variável L\*, houve efeito significativo somente para tratamento, já para as outras variáveis a\*, b\*, croma e hue, houve efeito para tratamentos e tempo de armazenamento.

Tabela 15 – Valores médios dos parâmetros de cor para as sementes de sorgo beneficiadas, repassadas em mesa densimétrica e armazenadas

TRATAMENTOS	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (MESES)	L*	A*	B*	CROMA	HUE
	3	41,67a	17,57a	26,39a	31,71a	56,35a
P2	0	42,13a	15,99b	25,15ab	29,81ab	57,53a
	3	41,32a	16,87ab	25,69a	30,73a	56,71a
P3	0	39,35c	15,54bc	22,86c	27,64c	55,80b
	3	40,24ab	16,21bc	23,39b	28,46b	55,27ab
D	0	36,53d	13,70d	18,66d	23,15d	53,71c
	3	37,64c	14,02d	16,65c	24,15c	54,51b
P3R1	0	41,69ab	16,04b	24,58b	29,36b	56,86ab
	3	40,86ab	17,33a	25,22a	30,60a	55,51ab
P3R2	0	40,29bc	14,85c	22,37c	26,85c	56,43ab
	3	39,43bc	15,45c	22,62b	27,40b	55,66ab

Letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5%.

Fonte: A autora (2020).

Valores de L\* obtidos pela análise em colorímetro expressam a luminosidade da amostra, que varia de 0 (preto) a 100 (branco). Inicialmente, as sementes de sorgo apresentaram valor de L\* entre 42,13 e 36,53, posteriormente, ao longo do tempo de armazenamento, apresentaram valores entre 41,67 e 37,54. Foi observado que, para o tratamento D, as sementes de sorgo continham grãos mais escuros comparativamente aos demais tratamentos. Marles, Vandenberg e Bett (2008), estudando o escurecimento do tegumento de feijão, notaram que ocorrem oxidações enzimáticas de alguns compostos fenólicos, se tornando pigmentos escuros, e que o escurecimento deve estar associado com a diminuição desses compostos em razão da sua oxidação.

O valor de a\* expressa a variação de cor do verde (-) ao vermelho (+). De início, as sementes de sorgo ofereceram um valor entre 13,70 e 17,06 e, ao final do período de

armazenamento (3 meses), os valores ficaram entre 14,02 e 17,57, resultando em tom avermelhado, demonstrando maior diferença entre os tratamentos P1 e D.

Os valores de  $b^*$  mostram a intensidade da coloração amarela, maiores valores indicam tom mais amarelo e valores menores indicam tonalidade azulada. Nota-se que o tratamento D obteve os menores valores de  $b^*$ , apresentando uma coloração mais clara, entre 16,55 e 18,66; já para o tratamento P1, foram obtidos os maiores valores, entre 25,99 e 26,39, performando para uma cor mais escura. Chen *et al.* (2015), estudando arroz, observaram que, quando ocorre aumento significativo da variável  $b^*$ , ocorrem mudanças no valor de  $L^*$  e  $a^*$ . Além disso, os mesmos autores ressaltam que algumas mudanças de coloração podem estar associadas à reação de Maillard em razão de uma série de reações que culminam com a formação de melanoidinas e compostos de coloração escura.

## 6 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi desenvolvido o trabalho, foi possível concluir que:

- a) houve diferenças entre o beneficiamento de sementes de sorgo durante o repasse na mesa densimétrica;
- b) apesar de a germinação ter se mantido alta durante o armazenamento, a MS e o CPN foram influenciadas negativamente pelo tempo;
- c) para as variáveis teor de cinzas e teor de proteínas, o tempo influenciou positivamente, aumentando seu valor, já para o teor de carboidratos ocorreu o oposto, tendo sido obtida uma redução no valor durante o armazenamento;
- d) para teor de lipídeos, o repasse de sementes de sorgo aprimorou a qualidade do lote, fazendo com que houvesse uma estratificação assertiva e fosse mantida a qualidade nos pontos altos da mesa densimétrica, tanto no beneficiamento quanto no repasse;
- e) o repasse de sementes de sorgo pode ainda aprimorar a qualidade física de um lote pela sua padronização ao final das etapas, contribuindo para a qualidade fisiológica;
- f) independentemente do lote analisado, as sementes coletadas na saída superior da mesa de gravidade apresentaram melhores atributos; e
- g) a atuação da mesa gravitacional permite a remoção de frações de sementes com menor massa específica e promove alterações positivas na qualidade fisiológica dos lotes de sementes de sorgo.

## REFERÊNCIAS

AGUILAR, P. B. de; PIRES, D. A. de A.; FROTA, B. C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; REIS, S. T. dos. Características agronômicas de genótipos de sorgo mutantes BMR e normais utilizados para corte e pastejo. *Embrapa Milho e Sorgo- Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1122380/caracteristicas-agronomicas-de-genotipos-de-sorgo-mutantes-bmr-e-normais-utilizados-para-corte-e-pastejo>. Acesso em: 14 set. 2020.

ALEXANDRE, A. D.; SILVA, W. R. da. Mesa gravitacional e qualidade física de sementes de ervilhaca-comum (*Vicia sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n. 2, p. 223-230, 2000. Disponível em: [https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c51772631.20677309\\_artigo30.pdf](https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c51772631.20677309_artigo30.pdf). Acesso em: 14 fev. 2021.

ALMEIDA, T.; CAPILHEIRA, A.; ARAÚJO, J.; SCHEUNEMANN, L.; PANOZZO, L. E. Qualidade de sementes de soja beneficiadas em mesa de gravidade. *Enciclopédia Biosfera*, [S.l.], v. 13, n. 23, 2016, v. 13, n. 23, 2016. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1266>. Acesso em: 27 dez. 2020.

ALMEIDA, T. T. de; ROSA, S. D. V. F.; SILVA, A. A.; OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, D. de S. Alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas durante o desenvolvimento de sementes de sorgo de diferentes concentrações de tanino. *Acta Agronômica*, v. 65, n. 2, p. 183-189, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/328368645\\_Alteracoes\\_fisicas\\_fisiologicas\\_e\\_bioquimicas\\_durante\\_o\\_desenvolvimento\\_de\\_sementes\\_de\\_sorgo\\_de\\_diferentes\\_concentracoes\\_de\\_tanino](https://www.researchgate.net/publication/328368645_Alteracoes_fisicas_fisiologicas_e_bioquimicas_durante_o_desenvolvimento_de_sementes_de_sorgo_de_diferentes_concentracoes_de_tanino). Acesso em: 24 set. 2020.

ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; PEREIRA, L. G. R.; FONTES, D. O.; BORGES, I.; BORGES, A. L.C.C.; SALIBA, E. O. S. Nutritive value of sorghum grains with different endosperm textures for piglets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 3, p. 713-718, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/bgKzdyLzz4RzjJBTCBJ3Lcj/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 fev. 2021.

ARAUJO, R. F.; ARAUJO, E. F.; ZONTA, J. B.; VIEIRA, R. F.; DONZELES, S. M. L. Fluxograma de beneficiamento para sementes de feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 3, p. 387-394, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000300001>. Acesso em: 24 set. 2020.

- AZI, F.; NJOKU, H. A.; DAVID, E. I.; ODO, M. O.; NWOBASI, V. N.; TU, C.; DONG, M. Efeito do auxiliar de processamento sobre a composição química e metagenômica de sementes de feijão africano fermentado (*Pentaclethra macrophylla*, Benth). *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie (LWT)*, v. 111, p. 429-435, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.056>. Acesso em: 24 set. 2020.
- BARBIERI, M.; DUTRA, C. B.; BIANCHINI, N. H.; MUNIZ, M. F. B.; DÖRR, A. C. Análise de desenvolvimento a campo e avaliação de massa seca e massa verde de plantas de aveia preta cv. Comum (*Avena Strigosa* Schreb). *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* (e-ISSN: 2236-1170), v. 11, n. 11, p. 2407-2412, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/223611708803>. Acesso em: 3 jan. 2021.
- BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; MARTINS, C. C.; VIEIRA, R. D. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim durante o processo de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 12, p. 977-985, 2014. Disponível em: DOI: 10.1590/S0100-204X2014001200008. Acesso em: 7 jan. 2021.
- BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P. da; BARROZO, L. M.; CAVICHIOLI, F. A.; CASSIA, M. T. *Perdas e Desempenho de Sementes de Milho em Dois Sistemas de Preparo do Solo e Velocidades de Deslocamento da Colhedora*, 1980. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n3p243-253>. <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/index>. Acesso em: 14 out. 2020.
- BLANDINO, M.; SOVRANI, V.; MARINACCIO, F.; REYNERI, A.; ROLLE, L.; GIOCOSA, S.; LOCATELLI, M.; BORDIGA, M.; TRAVAGLIA, F.; COISSON, J. D.; ARLORIO, M. Nutritional and technological quality of bread enriched with an intermediated pearled wheat fraction. *Food Chemistry*, Barking, v.141, p.2549-2557, 2013. Disponível em: Doi:10.1016/j.foodchem.2013.04.122. Acesso em: 10.jan. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*, 399p. ISBN 978-85-99851-70-8 – Brasília: Mapa/ACS, 2009. AGRIS F03. CDU 631.53.03. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf). Acesso em: 14 fev. 2021.
- BRASIL/MS/ANVISA (Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 360. *Diário Oficial da União*, n. 251, Brasília, DF, dezembro 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-360-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.
- CASTRO-CAMPOS, F. G.; CABRERA-RAMÍREZ, A. H.; MORALES-SÁNCHEZ, E.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, M. E.; VILLAMIEL, M.; RAMOS-LÓPEZ, M.; GAYTÁN-MARTÍNEZ, M. Impact of the popping process on the structural and thermal properties of sorghum grains (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Food Chemistry*, v. 348, p. 129092, 2021. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/S0308814621000947?casa\\_token=1ry6TAjLOt8AAAAA:M9M7IxTVuc8mOy8eIMX](https://www.sciencedirect.com/science/article/S0308814621000947?casa_token=1ry6TAjLOt8AAAAA:M9M7IxTVuc8mOy8eIMX)

bRjgs3tQ9\_gDfvmhjT1BoR1r800XbNTGWiFjEWD99PY5kPvALuzil. Acesso em: 14 fev. 2021.

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A.; SOUZA, M. A. D. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 25-30, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/4tZM8WnsltHYm8bnyLxFh9c/abstract/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 3 mar. 2021.

CHEN, Y.; JIANG, W.; JIANG, Z.; CHEN, X.; CAO, J.; DONG, W.; DAI, B. Changes in physicochemical, structural, and sensory properties of irradiated brown japonica rice during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 63, p. 4361-4369, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf5047514>. Acesso em: 24 set. 2020.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). *Notas: Safra 2020/21 - 3º levantamento (dezembro/2020)*. Acompanhamento da Safra 2020/21: dezembro de 2020. Elaboração: Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 27 set. 2020.

CORREIA, V. D. V.; D'ANGELIS, D. F.; RODRIGUES, C. G.; AMANTE, P. R.; QUEIROZ, V. A. V.; FERREIRA, A. A.; FANTE, C. A. Caracterização físico-química e tecnológica de farinha extrusada de sorgo do genótipo BRS 305. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1123585/1/Caracterizacao-fisico.pdf>. Acesso em: 23 out. 2020.

COSTA, L. M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D. N.; SOUSA, K. A. Crambe fruit quality during storage. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 2, p. 293-301, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000200015>. Acesso em: 29 set. 2020.

DAHUNSI, S. O.; ADESULU-DAHUNSI, A. T.; OSUEKE, C. O.; LAWAL, A. I.; OLAYANJU, T. M. A.; OJEDIRAN, J. O.; IZEBERE, J. O. Biogas generation from *Sorghum bicolor* stalk: Effect of pretreatment methods and economic feasibility. *Energy Reports*, v. 5, p. 584-593, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.04.002>. Acesso em: 29 set. 2020.

DRUMOND, A. A. L.; SALES, J. de F.; ZUCHI, J.; CAMELO, G. N.; SOUZA, M. M. V. Qualidade fisiológica de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) após o beneficiamento. *Journal of Seed Science*, v. 41, n.2, p. 224-232, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n2215551>. Acesso em: 24 set. 2020.

DYNER, L.; FERREYRA, V.; SÁNCHEZ, E.; CAGNASSO, C.; OLIVERA CARRIÓN, M. Composição centesimal e teor de minerais das farinhas de sorgo branco utilizadas no consumo geral e produtos sem glúten. *DIAETA*, (B.Aires), v. 35, n. 160, p.16-21, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/325683906\\_Composicion\\_centesimal\\_y\\_contenido\\_de\\_minerales\\_de\\_harinas\\_de\\_sorgo\\_blanco\\_utilizadas\\_en\\_productos\\_de\\_consumo\\_general\\_y\\_en\\_productos\\_libres\\_de\\_gluten/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/325683906_Composicion_centesimal_y_contenido_de_minerales_de_harinas_de_sorgo_blanco_utilizadas_en_productos_de_consumo_general_y_en_productos_libres_de_gluten/citation/download). Acesso em: 7 jan. 2021.

ELMASRY, G.; ELGAMAL, R.; MANDOUR, N.; GOU, P.; AL-REJAIE, S.; BELIN, E.; ROUSSEAU, D. Emerging thermal imaging techniques for seed quality evaluation: Principles and applications. *Food Research International*, v. 131, p. 109025, 2020. Disponível em: DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109025. Acesso em: 10 jan. 2021

FÉLIX, F. C.; DOS SANTOS ARAÚJO, F.; DOS SANTOS FERRARI, C.; PACHECO, M. V. Dessecação e armazenamento de sementes de *Adonidia merrillii* (Becc.) Becc. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil, v. 12, n. 1, p. 86-91, 2017. SSN: 1981-1160. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119050448014>. Acesso em: 13 jan. 2021.1

FESSEL, S. A.; SADER, R.; PAULA, R. C. de; GALLI, J. A. Quality evaluation of corn seeds during conditioning. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 25, n. 2, p. 70-76, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000400010>. Acesso em: 14 jan. 2021.

FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, M. C. C. da. Germinação de sementes de jenipapeiro (*Genipa americana* L. - Rubiaceae) sob diferentes regimes de temperatura, umidade e luz. *Rev.Inst. Flor.*, São Paulo, v.10, n.1, p.63-72, 1998. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/ifref/RIF10-1/RIF10-1\\_63-72.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/ifref/RIF10-1/RIF10-1_63-72.pdf). Acesso em: 27 set. 2020.

GADOTTI, G. I.; BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Several regulations in gravity table in quality of tobacco seeds. *Post-Harvest Science and Technology - Engenharia Agrícola*, v. 32, n. 2, p. 361-368, 2012. D <https://doi.org/10.1590/S0100-69162012000200016>. Acesso em: 13 jan. 2021.

GADOTTI, G. I.; CORRÊA, C. L.; LUCCA FILHO, O. A.; VILLELA, F. A. Qualidade de sementes de couve brócolis beneficiadas em mesa densimétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 2, p. 123-127, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000200016>. Acesso em: 14 jan. 2021.

GADOTTI, G. I.; HORNKE, N. F.; CAVALCANTE, J. A.; SILVA, J. G. da; GONÇALVES, V. P.; CAPILHEIRA, A. F. Eficiência da mesa de gravidade no beneficiamento de sementes de coentro. *Horticultura Brasileira*, v. 38, n. 2, p. 211-216, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620200214>. Acesso em: 24 fev. 2021.

GÜLSOY, Ö. Y.; GÜLCAN, E. A new method for gravity separation: Vibrating table gravity concentrator. *Separation and Purification Technology*, v. 211, p. 124-134, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.09.074>. Acesso em: 24 fev. 2021.

HAMAD, S. A. A.; MUSTAFA, A. I.; MAGBOUL, B. I.; QASEM, A. A. A.; AHMED, I. A. M. Qualidade nutricional de farinhas cruas e cozidas de uma linhagem de sorgo com alto teor de  $\beta$ -glucana. *Journal of Cereal Science*, v. 90, p. 102857, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102857>. Acesso em: 24 fev. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord.). *Normas Analíticas*

do Instituto Adolfo Lutz. v. 1, 4.ed. (1.ed. digital), p.1020, São Paulo: IMESP, 2008. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>. Acesso em: 24 set. 2020.

JAVORSKI, M.; CICERO, S. M. Utilização de raios x na avaliação da morfologia interna de sementes de sorgo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 16, n. 2, p. 310-318, 2017. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n2p310-318>. Acesso em: 27 set. 2020.

KANNAN, A. S.; LASSEN, N. C. K.; CARSTENSEN, J. M.; LUND, J.; SASIC, S. Segregation phenomena in gravity separators: A combined numerical and experimental study. *Powder Technology*, journal ISSN:0032-5910, v. 301, p. 679-693, 2016. Disponível em: DOI:10.1016/j.powtec.2016.07.003. 27 set. 2020.

KANNAN, A. S.; JARETEG, K.; LASSEN, N. C. K.; CARSTENSEN, J. M.; HANSEN, M. A. E.; DAM, F.; SASIC, S. Design and performance optimization of gravity tables using a combined CFD-DEM framework. *Powder Technology*, v. 318, p. 423-440, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.05.046>. 27 set. 2020.

KASEKE, T.; OPARA, U. L.; FAWOLE, O. A. Fatty acid composition, bioactive phytochemicals, antioxidant properties and oxidative stability of edible fruit seed oil: effect of preharvest and processing factors. *Heliyon*, v. 6, n. 9, p. e04962, 2020. PMID: 32995635 PMCID: PMC7502582. Disponível em: DOI:10.1016/j.heliyon.2020.e04962. Acesso em: 14 fev. 2021.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; VILLETTI, H. L.; ORSO, G.; BARROSO, A. A. M.; VICTORIA FILHO, R. Germination and dormancy in seeds of *Sorghum halepense* and *Sorghum arundinaceum*. *Planta Daninha*, v. 33, n. 2, p. 223-230, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-83582015000200007>. Acesso em: 29 set. 2020.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 1991. Publisher: *Informativo ABRATES*, Brasília, v. 1, n. 2, p. 15-50, mar. 1991. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/444400>. Acesso em: 3 mar. 2021.

KWIATKOWSKI, J.; KRZYŻANIAK, M.; ZAŁUSKI, D.; STOLARSKI, M. J.; TWORZOWSKI, J. The physical properties of fruits and the physiological quality of seeds of selected crambe genotypes. *Industrial Crops and Products*, v. 145, p. 111977, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111977>. Acesso em: 30 out. 2020.

LI, M.; XU, T.; ZHENG, W.; GAO, B.; ZHU, H.; XU, R.; DENG, H.; WANG, B.; WU, Y.; SUN, X.; ZHANG, Y.; YU, L. (L.). Triacylglycerols compositions, soluble and bound phenolics of red sorghums, and their radical scavenging and anti-inflammatory activities. *Food Chemistry*, v. 340, p. 128123, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128123>. Acesso em: 27 set. 2020.

LÓPEZ ORTIZ, N. C.; TIQUE, M. M.; PÉREZ LAVALLE, L. del S. Contribution to the research of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) for human nutrition. *Perspectivas en Nutrición Humana*, [online]. Print version ISSN 0124-4108, v. 13, n. 1, p. 33-44, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-41082011000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082011000100004&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 4 set. 2020.

MACEDO, V. G. K.; DÖRR, C. S.; GULARTE, J. A.; MARQUES, F. S.; PANOZZO, L. E. Qualidade física e fisiológica de sementes de cártamo submetidas ao beneficiamento em mesa de gravidade. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 3, p. 992-1005, 2020. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-020>. Acesso em: 13 out. 2020.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.1, p.176-177, 1962. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 3 fev. 2021.

MARLES, M. A. S.; VANDENBERG, A.; BETT, K. E.; Polyphenol oxidase activity and differential accumulation of polyphenolics in seed coats of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) characterize postharvest color changes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 56, n. 16, p. 7049-7056, 2008. Disponível em: doi: 10.1021/jf8004367. Acesso em: 3 fev. 2021

MELO, L. F. de.; MARTINS, C. C.; SILVA, G. Z. da; SANCHES, M. F. Processing in the quality of tanzania grass seeds. Scientific Papers, Post-Harvest Science and Technology. *Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 6, p. 1157-1166, 2016a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n6p1157-1166/2016>. Acesso em: 17 fev. 2021.

MELO, L. F. de; SILVA, G. Z. da.; PANIZZI, R. C.; MARTINS, C. C. Beneficiamento na qualidade sanitária de sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 10, p. 715-720, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p715-720>. Acesso em: 14 fev. 2021.

MELO, L. F. de.; MARTINS, C. C.; SILVA, G. Z. da.; BONETI, J. E. B.; VIEIRA, R. D. Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de capim-mombaça. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 4, p. 667-674, 2016b. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/4580>. Acesso em: 20 nov. 2020.

MENDONÇA, E. A. F. de; AZEVEDO, S. C. de; GUIMARÃES, S. C.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e. Avaliação do vigor em sementes de algodoeiro. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, n. 3, p.001-009, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/qPZFcYnpc4d4qwRMjbpzGNd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 fev. 2021.

MIRANDA, D. M.; NOVEMBRE, A. da L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado.

*Revista Brasileira de Sementes*, v.23, n.1, p.226-231, 2001. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/100449.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

MOREANO, T. B.; MARQUES, O. J.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FRANÇANETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Evolution of the physical and physiological quality of soybean seeds during processing. *Journal of Seed Science*, v. 40, n. 3, p. 313-322, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n3198414>. Acesso em: 14 out. 2020.

NUNES, R. T. C.; SOUZA, U. O.; BANDEIRA, A. da S.; SANTOS, J. L.; MORAIS, O. M.; GOMES, M. F. Qualidade de sementes de *Vigna unguiculata* classificadas em diferentes tamanhos. *Revista Cultura Agrônômica*, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/342439868\\_QUALIDADE\\_DE\\_SEMENTES\\_DE\\_VIGNA\\_UNGUICULATA\\_CLASSIFICADAS\\_EM\\_DIFERENTES\\_TAMANHOS/fulltext/5ef49b4a92851c35353fd941/QUALIDADE-DE-SEMENTES-DE-VIGNA-UNGUICULATA-CLASSIFICADAS-EM-DIFERENTES-TAMANHOS.pdf](https://www.researchgate.net/publication/342439868_QUALIDADE_DE_SEMENTES_DE_VIGNA_UNGUICULATA_CLASSIFICADAS_EM_DIFERENTES_TAMANHOS/fulltext/5ef49b4a92851c35353fd941/QUALIDADE-DE-SEMENTES-DE-VIGNA-UNGUICULATA-CLASSIFICADAS-EM-DIFERENTES-TAMANHOS.pdf). Acesso em: 22 out. 2020.

OLIVEIRA, L. M. de; SCHUCH, L. O. B.; BRUNO, R. de L. A.; PESKE, S. T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, p. 1263-1275, 2015. ISSN: 1676-546X. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil. Disponível em: DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n3p1263. Acesso em: 7 mar. 2021.

OSEGUERA-TOLEDO, M. E.; CONTRERAS-JIMÉNEZ, B.; HERNÁNDEZ-BECERRA, E.; RODRIGUEZ-GARCIA, M. E. Physicochemical changes of starch during malting process of sorghum grain. *Journal of Cereal Science*, v. 95, p. 103069, 2020. Disponível em: DOI:10.1016/j.jcs.2020.103069. Acesso em: 22 mar. 2021.

PAIVA, C. L.; QUEIROZ, V. A. V.; GARCIA, M. A. V. T. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massas secas sem glúten à base de farinhas de sorgo e milho. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 22, p.e2018095, 2019. Disponível em: DOI: 10.1590/1981-6723.09518. Acesso em: 3 fev. 2021.

PEREIRA, C. E.; ALBUQUERQUE, K. S.; OLIVEIRA, J. A. Physical and physiological rice seed quality in the processing operation. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina - PR, E-ISSN 1679-0359, v. 33, n. 6 Supl.1, p. 2995-3002, 2012. Disponível em: DOI: 10.5433/1679-0359. Acesso em: 14 fev. 2021.

QUEIROZ, V. A. V.; MENEZES, C. B. de; BARROS, F. A. R. de; MARTINO, H. S. D. O sorgo na alimentação humana. *Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)*, 2015a. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1015636>. Acesso em: 23 nov. 2020.

QUEIROZ, V. A. V.; SILVA, C. S. da; MENEZES, C. B. de; SCHAFFERT, R. E.; GUIMARÃES, F. F. M.; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E. de O.; TARDIN, F. D. Nutritional composition of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] genotypes cultivated without and with water stress. *Journal of Cereal Science*, v. 65, p. 103-111,

2015b. ISSN : 0733-5210. Disponível em: Disponível em:  
DOI : 10.1016/j.jcs.2015.06.018. Acesso em: 17 set. 2020.

RASHWAN, A. K.; YONES, H. A., KARIM, N.; TAHA, E. M.; CHEN, W. Potential processing technologies for developing sorghum-based food products: An update and comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 2021. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421000959?casa\\_token=7gqqWfdD\\_ckAAAAA:1WhVYbdg4X0i6uobZjurVKFTkG6h25eW8d8144bke0TIFo3O21fRdTZULUhUvZfaRzRfGH4D](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421000959?casa_token=7gqqWfdD_ckAAAAA:1WhVYbdg4X0i6uobZjurVKFTkG6h25eW8d8144bke0TIFo3O21fRdTZULUhUvZfaRzRfGH4D). Acesso em 23 fev. 2021.

SANTOS, E. de F.; RAMOS, R. S.; OLIVEIRA, S. C. P. de; FERREIRA, T. de O.; CARVALHO, V. M. T.; SILVA, A. E. da. Caracterização física e físico-química do fruto sapoti oriundo de Santa Isabel do Pará. *Brazilian Journal Development*, v.6, n.6, 2020. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-163>. Acesso em: 14 out. 2020.

SANTOS, J. S.; LUZ, M. S, da; SOUSA, A. V. A. R. de; SOUSA, D. R. de; DINIZ, F. O. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Phaseolus lunatus* L. In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, *Anais...* 2019. Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvagro/uploadsAnais2020/Teste-de-condutividade-el%C3%A9trica-em-sementes-de-Phaseolus-lunatus-L..pdf>. Acesso em: 3 fev. 2021.

SARMENTO, E. C. S.; OLIVEIRA, F. S. de; CABRAL, F. A. S.; OLIVEIRA, D. F.; DUTRA, A. S. Physiological potential of sorghum seeds under discontinuous hydration and water deficiency conditions. *Revista Ciência Agronômica*, ISSN 1806-6690 (online), v. 51, n. 4, 2020. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/7200>. Acesso em: 14 fev. 2021.

SILVA, R. F. da; CÂMARA, T. M. M.; AMARAL, A. Efeito de cultivar e densidade de semeadura no poder calorífico e teor de cinzas da biomassa de sorgo. In: Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2018, *Anais...* João Pessoa. Ciência, tecnologia e desenvolvimento rural: compartilhando conhecimentos inovadores e experiências. João Pessoa: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2018. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1106144>. Acesso em: 29 set. 2020.

SILVA, R. S. da; VENDRUSCOLO, T. P. S.; CASTRILLON, M. A.; LUZ, P.B. da; LIMA, C.C.; BARELLI, M. A. A. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Revista ESPACIOS*, v. 37, n. 31, p.12, 2016. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a16v37n31/16373112.html>. Acesso em: 14 set. 2020.

SILVA, R. T. da; BARBOSA NETO, M. A.; LOPES, M. F. de Q.; NOME, E. da C. A.; BRUNO, R. de L. A.; TORRES, A. C. M. Vigor de sementes de (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) através da condutividade elétrica. Tecnologia de sementes, p.1927. XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, *Anais...* Bento Gonçalves, RS. 2016. Disponível em: [http://www.abms.org.br/cnms2016\\_trabalhos/docs/1320.pdf](http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/1320.pdf). Acesso em: 27 out. 2020.

SILVA, T. M. da; LOPES, M. de F. Q.; OLIVEIRA, A. B. de; NOGUEIRA, A. L. da S. P.; VIANA, I. E. T.; LESSA, B. F. da T. Physiological quality of sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] seeds in response to planting density in semi-arid region. *Australian Journal Crop Science*, v. 11, n.6, p.694-700, 2017. ISSN:1835-2707. Disponível em: [10.21475/ajcs.17.11.06.p420](https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.06.p420). Acesso em: 27 out. 2020.

SOARES, M. M.; CONCEIÇÃO, P. M. da; DIAS, D. C. F. dos S.; ALVARENGA, E. M. Vigor tests in sorghum seeds with emphasis to electrical conductivity. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 2, p. 391-397, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000200017>. Acesso em: 27 dez. 2020.

STAMENKOVIĆ, O. S.; SILIVERU, K.; VELJKOVIĆ, V. B.; BANKOVIĆ-ILIĆ, I. B., TASIĆ, M. B.; CIAMPITTI, I. A.; ĐALOVIĆ, I. G.; MITROVIĆ, P. M.; SIKORA, V. Š.; PRASAD, P. V. V. *Production of biofuels from sorghum. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ISSN:1364-0321, Amsterdam, Netherlands, v. 124, p. 109769, 2020. Disponível em: DOI: 10.1016/j.rser.2020.109769. Acesso em: 24 out. 2020.

STEFOSKA-NEEDHAM, A.; TAPSELL, L. C. Considerações para progredir em uma posição dominante para o sorgo, uma cultura de cereais potencialmente sustentável, para os dutos de inovação de produtos alimentícios. *Tendências em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.97, p.249-253, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.012>. Acesso em: 3 nov. 2020.

TABOSA, J. N.; BARROS, A. H. C.; SILVA, F. G. da; BRITO, A. R. de M. B.; SIMÕES, A. L.; MESQUITA, F. L. T. de; NASCIMENTO, M. M. A. do; SILVA FILHO, J. G. da; FRANÇA, J. G. E. de; SILVA, A. B. da; FERRAZ, I.; CARVALHO, E. X. de; CORDEIRO, A. L.; SIMPLÍCIO, J. B. Importância do melhoramento genético de diferentes tipos de sorgo para as mesorregiões do Agreste, Sertão e afins do Semiárido Brasileiro. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L. da; BRITO, L. T. de L. (ed). *Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. cap. 4, p. 515-569. *Embrapa Solos-Capítulo em livro científico (ALICE)*, 2019. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1116836>. Acesso em: 7 mar. 2021.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; RODRIGUES, G. B.; CHAVES, T. H.; OLIVEIRA, D. E. C. de. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem e ao armazenamento. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 26, n. 4, p. 313-321, 2018. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n1p64-69>. Acesso em: 10 mar. 2021.

WAHYUNI, Y.; MIYAMOTO, T.; HARTATI, H.; WIDJAYANTIE, D.; WINDIASTRI, V. E.; SULISTYOWATI, Y.; RACHMAT, A.; HARTATI, S.; RAGAMUSTARI, S.; TOBIMATSU, Y.; NUGROHO, S.; UMEZAWA, T. Variation in lignocellulose characteristics of 30 Indonesian sorghum (*Sorghum bicolor*) accessions. *Industrial Crops and Products*, v. 142, p. 111840, 2019. Disponível em: DOI:10.1016/j.indcrop.2019.111840. Acesso em: 4 fev. 2021

WILLIAMS, S. B.; MURDOCK, L. L.; BARIBUTSA, D. Sorghum seed storage in Purdue Improved Crop Storage (PICS) bags and improvised containers. *Journal of*

*Stored Products Research*, ISSN: 0022-474X, Oxford, UK, v. 72, p. 138-142, 2017.  
Disponível em: DOI: 10.1016/j.jspr.2017.04.004. Acesso em: 27 set. 2020.

ZHAO, Y.; ZHANG, Y.; BAO, S.; LIU, T.; BIAN, Y.; LIU, X.; JIANG, M. Separation factor of shaking table for vanadium pre-concentration from stone coal. *Separation and Purification Technology*, v. 115, p. 92-99, 2013. Disponível em: DOI:10.1016/j.seppur.2013.04.017. Acesso em: 3 fev. 2021.

ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KUNZ, J.; REIMANN, G. K. Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida à irrigação deficitária. *Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 4, p. 676-688, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n4p676-688/2015>. Acesso em: 3 fev. 2021.