

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RONEY ELOY LIMA

**AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
CULTIVARES DE SOJA**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RONEY ELOY LIMA

**AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
CULTIVARES DE SOJA**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2020



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Chapadão do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Roney Eloy Lima

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Paulo Carteri Coradi

**AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE
SOJA**

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Paulo Carteri Coradi

Prof.(a) Dr.(a) Charline Zaratini Alves

Prof.(a) Dr.(a) Alan Mario Zuffo

DEDICO

Aos meus pais Adão e Derly, pelo amor, companheirismo e suas orações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo seu amor que me fortaleceu e consolou durante as adversidades e por sua maravilhosa graça que me protegeu e orientou durante minha vida.

A Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), campus de Chapadão do Sul, por me proporcionar a oportunidade de realizar o mestrado em produção vegetal.

A todos os Professores e funcionários do curso de Pós-Graduação pelo apoio.

Ao Professor Dr. Paulo Carteri Coradi, pela orientação que possibilitou a realização deste trabalho e a toda banca avaliadora que se disponibilizou.

Aos Docentes do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela contribuição em minha formação profissional.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Sementes (GEPSem) da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e ao Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por todo apoio da equipe que me orientou durante a realização do Mestrado, pela disponibilidade dos materiais e equipamentos cedidos para a realização do presente trabalho.

A toda minha família e amigos que me incentivaram e me apoiaram no decorrer da realização do mestrado.

EPÍGRAFE

“DESISTIR DOS SONHOS É ABRIR MÃO DA FELICIDADE, PORQUE QUEM NÃO PERSEGUE SEUS OBJETIVOS ESTÁ CONDENADO A FRACASSAR 100% DAS VEZES...”.

Augusto Cury

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Embalagens de ráfia e revestimento de polipropileno.	18
Figura 2. Temperatura da massa de sementes nos ambientes de armazenamento.	20
Figura 3. Teor de água das sementes de soja armazenadas em diferentes ambiente ao longo do tempo.	24
Figura 4. Massa específica aparente das sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.	26
Figura 5. Germinação de sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.	30
Figura 6. Teste de condutividade elétrica de sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.	33
Figura 7. Teste de 1� contagem da germinação de sementes de soja armazenadas em ambientes diferentes ao longo do tempo.	35
Figura 8. Teste de danos mecânicos por umidade de sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.	38
Figura 9. Vigor das sementes de soja obtido pelo teste de tetrazólio no armazenamento em diferentes ambientes ao longo do tempo.	41
Figura 10. Viabilidade das sementes de soja obtido pelo teste de tetrazólio no armazenamento em diferentes ambientes ao longo do tempo.	44
Figura 11. Análise de agrupamento para avaliação das melhores condi���es e tempo de armazenamento sobre os efeitos físicos de qualidade das cultivares das sementes de soja.	47
Figura 12. Análise de agrupamento das cultivares de sementes de soja sobre os efeitos das condi���es e tempo de armazenamento nas avalia���es físicas de qualidade.	48
Figura 13. Agrupamento dos ambientes de armazenamento para a fisiológica das cultivares de sementes de soja.	50
Figura 14. Agrupamento das cultivares de sementes de soja quanto à qualidade física e fisiológica nos diferentes ambientes de armazenamento.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Delineamento experimental e agrupamento dos ambientes de armazenamento	16
Tabela 2. Cultivares e suas principais características	17
Tabela 3. Análise de variância (P-valores) de cultivares de sementes de soja em ambientes de armazenamento.....	21
Tabela 4. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para o teor de água (%).....	23
Tabela 5. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a massa específica aparente (kg m^{-3})	25
Tabela 6. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a germinação (%).....	28
Tabela 7. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$ de amostra)	31
Tabela 8. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a 1ª Contagem de germinação (%)	34
Tabela 9. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja sobre os danos por umidade (%) obtido pela análise do teste de tetrazólio .	37
Tabela 10. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja sobre o teste de vigor (%) obtido pela análise do teste de tetrazólio.....	40
Tabela 11. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja sobre o teste de viabilidade (%) obtido pela análise do teste de tetrazólio ..	43
Tabela 12. Equações de regressão e coeficientes de determinação.....	45

RESUMO

LIMA, Roney Eloy. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **Ambientes de armazenamento de sementes de cultivares de soja**. Orientador: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade das sementes de soja submetidas a diferentes condições de temperatura e tempo de armazenamento em sacaria de rafia com revestimento interno de polietileno e sem revestimento interno. O delineamento experimental utilizado foi o fatorial triplo (10 x 6 x 5) com dez cultivares de soja: CD 2737 RR, BMX FLECHA 6266 RSF, NS 7209 IPRO, BMX FOCO 74I77 RSF IPRO, DM 75I76 RSF IPRO, ST 797 IPRO, BMX DESAFIO 8473 RSF, BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO, M7110 IPRO e M-SOY 8866, seis ambientes de armazenamento: temperatura ambiente em bolsa de rafia, temperatura ambiente em bolsa de rafia com revestimento de polietileno, refrigerado a 10 °C em bolsa de rafia e refrigerado a 10 °C em bolsa de rafia com revestimento de polietileno, em cinco tempos de avaliação: 0, 90, 180, 270, 360 dias. Para avaliar a qualidade fisiológica e o efeito dos tratamentos foram realizadas análises de teor de água, germinação, 1ª contagem de germinação, massa específica aparente, condutividade elétrica e tetrazólio para vigor, viabilidade e danos por umidade, com quatro repetições. De acordo com os resultados obtidos as sementes de soja das cultivares M-SOY 8866, M7110 IPRO, CD 2737 RR e BMX DESAFIO 8473 RSF tiveram melhores resultados para qualidade fisiológica nos diferentes ambientes de armazenamento. O tempo de armazenamento apresentou um efeito acumulativo em relação aos fatores negativos que favoreceram a deterioração da qualidade das sementes armazenadas. Ao longo do tempo de armazenamento houve redução da qualidade das sementes em todos ambientes. A temperatura de armazenamento foi o principal fator de redução da qualidade fisiológica das sementes armazenadas. A utilização de embalagens com revestimento foi benéfico para manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja no armazenamento, porém seu efeito foi maior em temperatura ambiente do que em ambiente resfriado. Concluiu-se que o melhor ambiente de armazenamento para a conservação da qualidade fisiológica das sementes foi a 10 °C com revestimento e o pior foi na temperatura ambiente sem revestimento.

Palavras-chave: *Glycine max*, embalagens, pós-colheita, temperatura, vigor sementes.

ABSTRACT

LIMA, Roney Eloy. Federal University of Mato Grosso do Sul. **Storage environments of soybean seeds**. Adviser: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the quality of soybean seeds submitted to different conditions of temperature and storage time in raffia bags with internal polyethylene coating and without internal coating. The experimental design used was the triple factorial (10 x 6 x 5) with ten soybean cultivars: CD 2737 RR, BMX FLECHA 6266 RSF, NS 7209 IPRO, BMX FOCO 74I77 RSF IPRO, DM 75I76 RSF IPRO, ST 797 IPRO, BMX DESAFIO 8473 RSF, BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO, M7110 IPRO e M-SOY 8866, six storage environments: room temperature in raffia bag, room temperature in raffia bag with polyethylene coating, cooled to 15 °C in raffia bag, cooled to 15 °C in raffia bag with polyethylene coating, cooled to 10 °C in raffia bag and refrigerated at 10 °C in raffia bag with polyethylene coating, in five evaluation times: 0, 90, 180, 270, 360 days. To evaluate the physiological quality and the effect of the treatments, tests of water content, germination, 1st germination count, apparent specific mass, electrical conductivity and tetrazolium for vigor, viability and moisture damage were carried out, with four repetitions. According to the results obtained the soybean seeds of the cultivars M-SOY 8866, M7110 IPRO, CD 2737 RR and BMX DESAFIO 8473 RSF had better results for physiological quality in different storage environments. The storage time had a cumulative effect in relation to the negative factors that favor the deterioration of the quality of the stored seeds. During the storage period, there was a reduction in seed quality in all environments. The storage temperature was the main factor in reducing the physiological quality of the stored seeds. The use of coated packaging was beneficial for maintaining the physiological quality of soybean seeds in storage, but their effect is greater at room temperature than in a cold environment. It was concluded that the best storage environment for the conservation of the physiological quality of the seeds was at 10 °C with coating and the worst was the ambient temperature without coating.

Keywords: *Glycine max*, packaging, postharvest, temperature, seed vigor.

SUMÁRIO

CAPÍTULO

AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA

INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
CONCLUSÕES.....	52
AGRADECIMENTOS.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

CAPÍTULO

AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade das sementes de soja submetidas a diferentes condições de temperatura e tempo de armazenamento em sacaria de ráfia com revestimento interno de polietileno e sem revestimento interno. O delineamento experimental utilizado foi o fatorial triplo (10 x 6 x 5) com dez cultivares de soja: CD 2737 RR, BMX FLECHA 6266 RSF, NS 7209 IPRO, BMX FOCO 74I77 RSF IPRO, DM 75I76 RSF IPRO, ST 797 IPRO, BMX DESAFIO 8473 RSF, BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO, M7110 IPRO e M-SOY 8866, seis ambientes de armazenamento: (temperatura ambiente, 15°C e 10°C embaladas em sacarias de ráfia com e sem revestimento interno de polipropileno), em cinco períodos de avaliação: 0, 90, 180, 270, 360 dias. Para avaliar a qualidade fisiológica e o efeito dos tratamentos foram realizados testes de teor de água, germinação, 1ª contagem de germinação, massa específica aparente, condutividade elétrica e tetrazólio para vigor, viabilidade e danos por umidade, com quatro repetições. De acordo com os resultados obtidos as sementes de soja das cultivares M-SOY 8866, M7110 IPRO, CD 2737 RR e BMX DESAFIO 8473 RSF tiveram melhores resultados para qualidade fisiológica nos diferentes ambientes de armazenamento. O tempo de armazenamento apresentou um efeito acumulativo em relação aos fatores negativos que favorecem a deterioração da qualidade das sementes armazenadas. A temperatura de armazenamento foi o principal fator de redução da qualidade fisiológica das sementes armazenadas. A utilização de embalagens com revestimento foi benéfico para manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja no armazenamento, porém seu efeito é maior em temperatura ambiente do que em ambiente resfriado. Concluiu-se que o melhor ambiente de armazenamento para a conservação da qualidade fisiológica das sementes foi a 10 °C com revestimento e o pior foi à temperatura ambiente sem revestimento.

Palavras-chave: *Glycine max*, embalagens, pós-colheita, temperatura, vigor sementes.

CHAPTER

STORAGE ENVIRONMENTS OF SOYBEAN SEEDS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the quality of soybean seeds submitted to different conditions of temperature and storage time in raffia bags with internal polyethylene coating and without internal coating. The experimental design used was the triple factorial (10 x 6 x 5) with ten soybean cultivars: CD 2737 RR, BMX FLECHA 6266 RSF, NS 7209 IPRO, BMX FOCO 74I77 RSF IPRO, DM 75I76 RSF IPRO, ST 797 IPRO, BMX DESAFIO 8473 RSF, BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO, M7110 IPRO e M-SOY 8866, six storage environments: (room temperature, 15 °C and 10 °C packed in raffia bags with and without polypropylene inner lining), in five evaluation periods: 0, 90, 180, 270, 360 days. To evaluate the physiological quality and the effect of the treatments, tests of water content, germination, 1st germination count, apparent specific mass, electrical conductivity and tetrazolium for vigor, viability and moisture damage were performed, with four replicates. According to the results obtained, soybean seeds of cultivars M-SOY 8866, M7110 IPRO, CD 2737 RR and BMX DESAFIO 8473 RSF had better results for physiological quality in different storage environments. The storage time had a cumulative effect in relation to the negative factors that favor the deterioration of the quality of the stored seeds. The storage temperature was the main factor in reducing the physiological quality of the stored seeds. The use of coated packaging was beneficial for maintaining the physiological quality of soybean seeds in storage, but their effect is greater at room temperature than in a cold environment. It was concluded that the best storage environment for the conservation of the physiological quality of the seeds was at 10 ° C with coating and the worst was the ambient temperature without coating.

Keywords: *Glycine max*, packaging, postharvest, temperature, seed vigor.

INTRODUÇÃO

Com a expansão da cultura da soja no mundo é necessário o aprimoramento dos processos de produção agrícola por meio de tecnologias de precisão, associados ao melhoramento genético e a conservação das sementes, tornando fundamental a produção de sementes com melhores características fisiológicas e sanitárias (ROCHA et al., 2017). A qualidade fisiológica de sementes depende da qualidade manejo, condução, pós-colheita e logística do sistema de produção agrícola (DOS SANTOS et al., 2009).

O armazenamento é uma etapa importante da pós-colheita, por conservar a qualidade das sementes reduzindo ao máximo a velocidade e a intensidade do processo de deterioração (DOS SANTOS et al., 2009; CORADI et al., 2019a). Quando as condições de armazenamento não são adequadas, as sementes de soja sofrem perda de viabilidade devido o aumento da atividade metabólica que promove redução da qualidade fisiológica das sementes (KONG et al., 2008).

Segundo Zuchi et al. (2013), no Brasil importantes regiões produtoras de soja se localizam em regiões de clima tropical, ambientes com temperatura médias elevadas situação desfavorável à conservação da qualidade fisiológica das sementes de soja, nessas condições o refrigeração pode contribuir para manutenção a qualidade das sementes armazenadas.

O resfriamento artificial de sementes é uma técnica eficiente para redução da atividade metabólica e consequentemente manutenção da qualidade no armazenamento (VILLELA; MENEZES, 2009). Este processo pode ser feito durante o ensacamento e / ou durante o período de armazenamento (DEMITO; AFONSO, 2009). Mbofung et al. (2013), no armazenamento a temperatura ambiente apresenta taxas de deterioração superiores devido maior teor de água e degradação por peroxidação lipídica não enzimática quando comparado a ambientes refrigerados.

Segundo Santos et al. (2016) as sementes armazenadas sem controle de umidade, em embalagens permeáveis, permitem troca de umidade com o ambiente ocasionando aumento do teor de água devido à alteração do equilíbrio higroscópico das sementes durante o armazenamento, apresentando maior deterioração e redução do vigor e viabilidade do lote.

O tempo de armazenamento das sementes intensifica a deterioração uma das alternativas empregadas para reduzir esse problema é o resfriamento artificial da massa de sementes. Porém segundo Zuchi et al. (2013) apesar das sementes de soja artificialmente resfriadas apresentarem potencial fisiológico superior quando comparada as sementes não resfriadas durante o armazenamento, em lotes de sementes de alta qualidade podem não apresentar benefício significativo quando armazenadas em períodos de 120 dias.

O armazenamento de sementes a baixas temperaturas possibilita a redução do metabolismo das sementes e do ataque de microrganismos patogênicos, mantendo o vigor e a viabilidade de germinação das sementes melhor do que em temperatura ambiente, principalmente com o aumento do períodos de armazenamento, aos 225 dias é possível observar melhor esse efeito (FERREIRA et al., 2017).

Tendo em vista, as diferentes condições de armazenamento de sementes de soja, buscou-se neste estudo avaliar o efeito da temperatura, revestimento e tempo de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial triplo (10 x 6 x 5) com dez cultivares de soja: CD 2737 RR, BMX FLECHA 6266 RSF, NS 7209 IPRO, BMX FOCO 74I77 RSF IPRO, DM 75I76 RSF IPRO, ST 797 IPRO, BMX DESAFIO 8473 RSF, BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO, M7110 IPRO e M-SOY 8866, seis ambientes de armazenamento: temperatura ambiente em bolsa de rafia, temperatura ambiente em bolsa de rafia com revestimento de polietileno, refrigerado a 15 °C em bolsa de rafia, refrigerado a 15 °C em bolsa de rafia com revestimento de polietileno, refrigerado a 10 °C em bolsa de rafia e refrigerado a 10 °C em bolsa de rafia com revestimento de polietileno, em cinco tempos de avaliação: 0, 90, 180, 270, 360 dias (Tabela 1).

Para avaliação dos efeitos dos ambientes de armazenamento sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja, agruparam-se as três condições (embalagens, condições e tempo de armazenamento) para definição de ambientes de armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1. Delineamento experimental e agrupamento dos ambientes de armazenamento

Embalagens	Temperatura de Armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento (dias)	Ambientes
Com revestimento	Ambiente	0	E1
Com revestimento	Ambiente	90	E2
Com revestimento	Ambiente	180	E3
Com revestimento	Ambiente	270	E4
Com revestimento	Ambiente	360	E5
Com revestimento	15	0	E6
Com revestimento	15	90	E7
Com revestimento	15	180	E8
Com revestimento	15	270	E9
Com revestimento	15	360	E10
Com revestimento	10	0	E11
Com revestimento	10	90	E12
Com revestimento	10	180	E13
Com revestimento	10	270	E14
Com revestimento	10	360	E15
Sem revestimento	Ambiente	0	E16
Sem revestimento	Ambiente	90	E17
Sem revestimento	Ambiente	180	E18
Sem revestimento	Ambiente	270	E19
Sem revestimento	Ambiente	360	E20
Sem revestimento	15	0	E21
Sem revestimento	15	90	E22
Sem revestimento	15	180	E23
Sem revestimento	15	270	E24
Sem revestimento	15	360	E25
Sem revestimento	10	0	E26
Sem revestimento	10	90	E27
Sem revestimento	10	180	E28
Sem revestimento	10	270	E29
Sem revestimento	10	360	E30

O trabalho de pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Chapadão do Sul (CPCS), em parceria com o Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram utilizadas 10 cultivares de soja, com as respectivas características agronômicas (Tabela 2).

Tabela 2. Cultivares e suas principais características

Cultivares	Ciclo (dias)	Grupo de maturidade	Produtividade (sc/ha)
CD2737RR	127-132	7,3	69,5
M7110 IPRO	102-112	6,2	77
BMX FOCO 74I77 RSF IPRO	108-114	7,2	88
BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO	118-120	7,9	93
M-SOY 8866	125-130	8,8	76
BMX FLECHA 6266 RSF IPRO	100-112	6,6	106,3
DM 75I76 RSF IPRO	100-113	7,5	90,5
NS 7209 IPRO	105-115	7,3	81,8
BMX DESAFIO 8473 RSF	105-114	7,4	94,7
ST 797 IPRO	118-120	7,9	58,3

As sementes foram obtidas dos campos de produção de sementes de uma propriedade rural do município de Chapadão do Céu-GO e submetidas à limpeza para remoção de impurezas e matérias estranhas, a secagem em silos secadores com fluxo de ar radial, na temperatura de 40 °C, até as sementes alcançarem teor de água de 12% (b.u.), depois ao beneficiamento utilizando equipamentos espirais e mesa dessimétrica, para padronização quanto ao tamanho e peso.

Em seguida, os lotes foram armazenados em bags de rafia em galpões climatizados com controle de temperatura. Foram retirados dos bags 9 kg de sementes de cada cultivar com auxílio de um calador manual para serem armazenadas experimentalmente em nos diferentes ambientes de armazenamento, conforme os tratamentos especificados na (Figura 1).

Ao longo do tempo de armazenamento, monitorou-se semanalmente a temperatura da massa de sementes com auxílio de um termohigrômetro digital e a cada 90 dias coletaram-se amostras de sementes para avaliação da qualidade.



Figura 1. Embalagens de rafia e revestimento de polipropileno.

O teor de água das sementes em foi determinado a partir da pesagem de 10 g de amostra e duas repetições, colocadas em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 h, em seguida as amostras foram retiradas e colocadas em um dessecador para resfriamento e posterior pesagem, segundo as recomendações da Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O teor de água foi determinado pela diferença de massa, entre a amostra inicial e a amostra final, os resultados foram expressos em percentagem (b.u.).

A massa específica aparente das sementes foi determinada com auxílio de um becker de 150 mL e uma balança de precisão, pela relação massa/volume, com quatro repetições (BRASIL, 2009).

A avaliação da condutividade elétrica foi realizada com quatro sub amostras, cada uma contendo 25 sementes por unidade experimental, pesadas em uma balança de precisão de 0,001 g e colocadas em copos plásticos com 75 mL de água destilada, conduzidas a incubadora BOD a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 24h. Após a embebição, foi obtida a condutividade elétrica da solução de imersão com auxílio de um condutivímetro digital da marca Conductivity Meter modelo CD-4301, os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ conforme a metodologia proposta pela (AOSA, 1983) e descrita por (MARCOS FILHO et al., 1987).

Para o teste de germinação foram utilizados quatro sub amostras de 50 sementes de cada unidade experimental, distribuídos em rolos de papel toalha tipo “Germitest”, umedecido com água destilada na proporção 2,5 vezes a massa do papel seco, em germinador tipo “Mangesdorf” regulado na temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. As avaliações foram realizadas no 5º e 8º dia após a instalação do teste através da contagem de plântulas normais, anormais e

sementes mortas, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

No teste de tetrazólio foram utilizados duas sub amostras de 50 sementes de cada unidade experimental, submetidas a um pré-umedecimento em papel “Germitest” durante 16 horas a 25 °C, em seguida foram submetidos a uma solução de tetrazólio a 0,075% e mantida durante três horas a 35 °C na ausência de luz. Após este período as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas o vigor, viabilidade e dano por umidade (6-8) das sementes de acordo com a metodologia estabelecida por (FRANÇA-NETO, 1999).

Os resultados foram analisados pelo programa computacional Sisvar, versão 4.0[@] a 5% de probabilidade, pelo teste de média Scott-Knott a 5%. Posteriormente, foi realizada uma análise de regressão linear e uma análise multivariada de componentes principais e agrupamento com auxílio da linguagem de programação R. Nessas análises, foi realizada padronização das variáveis para evitar que a unidade de mensuração afetasse os resultados. Para o agrupamento, foi utilizada a distância Euclidiana média e o método de agrupamento helthmap.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o armazenamento observou-se que as sementes armazenadas em condição ambiente teve temperaturas da massa mais elevadas, apresentando maiores variações, quando comparadas as demais condições de armazenamento (Figura 2). No armazenamento em temperatura ambiente a temperatura média foi de 26,7 °C com temperatura máxima de 32 °C e mínima de 22 °C, apresentando uma amplitude térmica de 10 °C. No armazenamento em câmara fria na temperatura de 15 °C, a média foi de 15,25 °C com temperatura máxima de 17 °C e mínima de 14 °C, apresentando uma amplitude térmica de 3 °C. No armazenamento em BOD a 10 °C, a temperatura média foi de 9,98 °C com temperatura máxima de 11 °C e mínima de 9 °C, apresentando uma amplitude térmica de 2 °C.

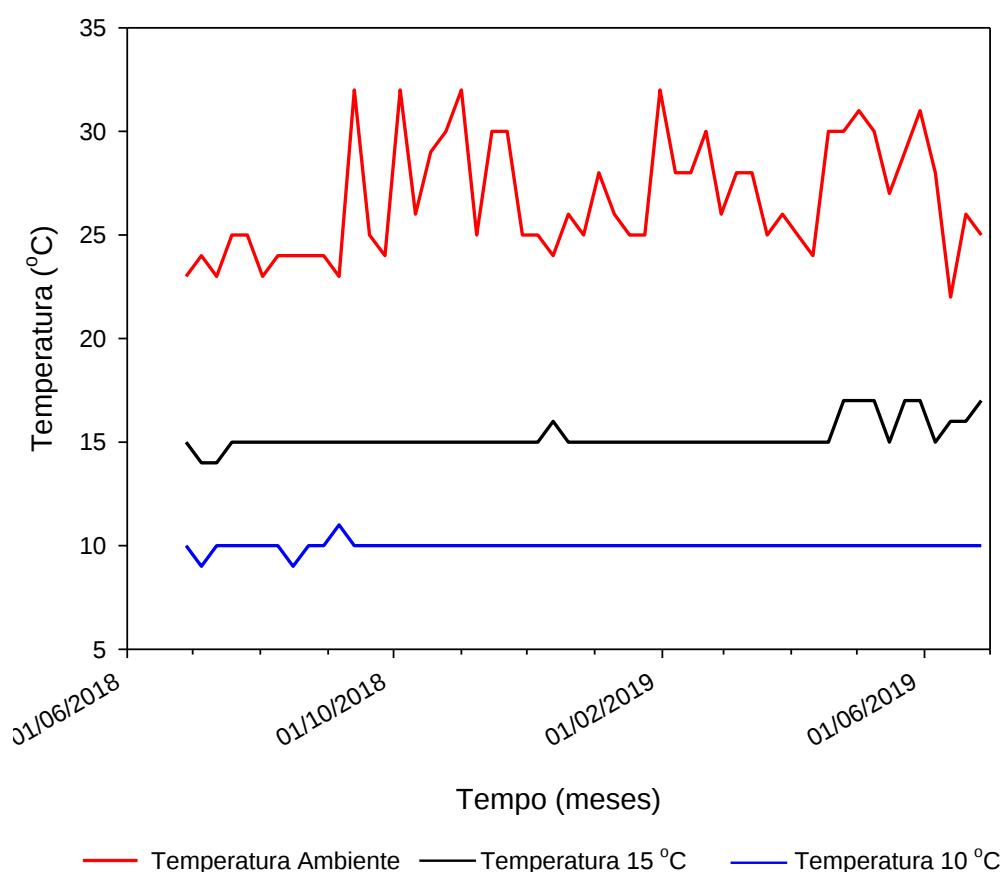


Figura 2. Temperatura da massa de sementes nos ambientes de armazenamento.

Na análise de variância para as fontes de variações, ambientes (A), cultivares (C) e a interação (AxC), verificou-se que os testes de qualidade das sementes foram significativas a 5% de probabilidade, para todos os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância (P-valores) de cultivares de sementes de soja em ambientes de armazenamento

FV	TA	ME	1ªCG	G
A	72,22*	4991,0*	12755,37*	7856,17*
C	1,3*	4153,67*	18609,09*	13677,49*
A x C	0,52*	438,45*	341,87*	274,64*
RES	0,09	363,16	32,44	17,69
CV (%)	2,96	2,78	7,44	4,76
MED	10,36	684,36	76,56	88,41
FV	CE	VG TZ	VB TZ	DU TZ
A	36710,43*	9391,36*	4808,68*	5269,43*
C	85227,55*	9717,86*	1685,65*	692,26*
A x C	596,25*	344,23*	157,09*	161,99*
RES	127,63	16,96	7,45	2,61
CV (%)	10,46	5,46	3,02	32,72
MED	108,05	75,43	90,44	4,94

FV – fonte de variação, A – ambientes, C – cultivares, RES – resíduo, CV(%) – coeficiente de variação, MED – média, TA – teor de água, ME – massa específica aparente, 1ªCG – primeira contagem da germinação, G – germinação, CE – condutividade elétrica, VG TZ – vigor tetrazólio, VB TZ – viabilidade tetrazólio, DU TZ – dano por umidade tetrazólio.* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Verificou-se, que a umidade relativa do ar influenciou no teor de água de equilíbrio higroscópico das sementes, quando a permeabilidade da embalagem possibilitou maior troca de vapor d'água com o ambiente durante o armazenamento. Smaniotto et al. (2014) observou redução no teor de água em sementes de soja armazenadas por 180 dias em temperatura média de 27 °C. Zuffo et al. (2017) verificou redução teor de água em 240 dias armazenamento que sementes de soja sob ambiente não climatizado. De acordo com Conceição et al. (2016) o teor de água reduziu de 11,1% (b.u.) para 10,0% (b.u.) no armazenamento de sementes de soja em ambiente não climatizado.

A utilização de embalagens revestidas manteve em equilíbrio o teor de água das sementes armazenadas (Tabela 4). No armazenamento de sementes de crambe em 270 dias, foi possível obter melhor resultado para a manutenção do teor de água em embalagem metálica quando comparado com sacaria de polipropileno trançado, de garrafa PET e caixa de isopor, devido a menor influência da umidade relativa do ar (CARDOSO et al., 2012). Em 90 dias de armazenamento em ambiente climatizado, embalagens de big bags permitiram maior conservação do teor de água e temperatura nos lotes de sementes de soja quando comparada as embalagens de papel Kraft (VIRGOLINO et al., 2016). O armazenamento de sementes de

soja com teor de água de 11,0% possibilitou melhor conservação da qualidade fisiológica tolerando mais as temperaturas mais elevadas, porém melhores resultados são observados em temperaturas mais baixas, a associação de temperaturas e teor de água mais elevados possibilitam maior deterioração dos grãos de soja (ALENCAR et al., 2009).

Durante o período de armazenamento todas as cultivares apresentaram teor de água maior que 7% (b.u.) e menor que 13% (b.u.) (Tabela 4), como recomendado para manutenção da qualidade fisiológica das sementes armazenadas. A variação do teor de água das sementes de soja durante o armazenamento ocorreu pelos processos de sorção (Tabela 4). De acordo com os estudos de Hartmann Filho et al. (2016) o armazenamento de grãos de soja em ambiente não controlado apresentou um aumento no teor de água aos 45 e 180 dias, porém observou-se uma redução entre 90 e 135 dias (ZUCHI et al., 2013). De acordo com os resultados da Tabela 4, observou-se que os teores de água médios apresentaram variações nas diferentes condições o tempos de armazenamento.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para o teor de água (%)

Ambientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	12,15 aA	11,75 aB	12,10 aA	12,53 aA	11,93 aA	11,77 aB	12,13 aA	12,16 aA	11,04 cC	11,61 aC
E2	10,40 eB	10,79 cA	11,14 cA	10,49 dB	9,85 eC	10,15 dC	10,40 cB	9,76 eC	10,56 cB	10,04 cC
E3	10,61 dA	10,28 cA	9,50 eB	10,60 dA	10,75 cA	10,60 cA	10,61 cA	10,86 cA	10,84 cA	10,32 bA
E4	9,70 fB	10,12 cA	10,05 dB	9,96 eB	10,23 dA	10,63 cA	10,45 cA	10,25 dA	9,68 eB	9,84 cB
E5	10,61 dA	10,32 cB	10,15 dB	10,51 dA	10,57 cA	10,30 dB	10,17 dB	10,56 dA	10,75 cA	10,71 bA
E6	12,15 aA	11,75 aB	12,10 aA	12,53 aA	11,93 aA	11,77 aB	12,13 aA	12,16 aA	11,04 cC	11,61 aB
E7	11,13 cA	11,47 bA	11,30 bA	11,43 bA	10,51 cB	11,48 bA	10,19 dC	11,56 bA	11,07 cA	10,82 bB
E8	10,53 dB	10,48 cB	10,59 dB	8,53 hC	11,25 bA	10,66 cB	10,39 cB	10,47 dB	10,73 cB	10,11 cB
E9	8,84 gA	8,81 eA	8,63 bA	8,97 gA	8,92 fA	8,70 fA	8,79 fA	8,67 fA	9,07 fA	8,79 eA
E10	8,91 gB	9,10 eA	8,83 bB	9,26 fA	8,82 fB	9,11 fA	8,76 fB	8,72 fB	8,90 fB	9,20 dA
E11	12,15 aA	11,75 aB	12,10 aA	12,53 aA	11,93 aA	11,77 aB	12,13 aA	12,16 aA	11,04 cC	11,61 aB
E12	10,76 dB	11,10 bA	11,16 cA	10,51 dB	11,37 bA	11,48 bA	11,26 bA	11,41 bA	10,73 cB	10,64 bB
E13	10,27 eC	10,57 cB	10,24 dC	11,04 cA	10,49 cB	10,78 cA	10,47 cB	11,31 bA	10,06 dC	10,67 bB
E14	9,41 fA	9,49 dA	9,48 eA	9,70 eA	9,54 eA	9,49 eA	9,37 eA	9,67 eA	8,45 gB	9,42 dA
E15	10,16 eA	9,84 dB	10,26 dA	9,98 eA	9,81 eB	10,18 dA	9,61 eB	10,03 dA	9,83 eB	9,82 cB
E16	12,15 aA	11,75 aB	12,10 aA	12,53 aA	11,93 aA	11,77 aB	12,13 aA	12,16 aA	11,04 cC	11,61 aB
E17	8,82 gA	9,06 eA	7,70 gD	8,09 hC	8,16 gC	8,06 gC	7,33 hD	8,12 gC	8,51 gB	8,16 fC
E18	10,26 eC	11,43 Bb	10,93 cB	11,47 bB	11,22 bB	11,30 bB	10,24 dC	11,84 bA	11,43 bB	11,71 aA
E19	10,77 dD	11,48 bC	11,72 bB	11,55 bB	11,59 bB	12,11 aA	11,89 aA	11,56 bB	11,05 cD	11,31 aC
E20	10,64 dA	10,63 cA	10,24 dB	10,45 dA	10,58 cA	10,05 dB	9,97 dB	10,57 dA	10,92 cA	10,66 bA
E21	12,15 aA	11,75 aB	12,10 aA	12,53 aA	11,93 aA	11,77 aB	12,13 aA	12,16 aA	11,04 cC	11,61 aB
E22	10,06 eB	10,53 cA	10,49 dB	10,15 dB	10,11 dB	10,74 cA	10,23 dB	10,33 dB	10,26 dB	10,38 bB
E23	8,04 hB	8,63 eA	8,85 bA	8,41 hA	8,02 gB	8,88 fA	7,87 gB	8,25 gB	8,46 gA	8,19 fB
E24	7,00 jB	7,40 gB	7,53 gB	7,39 iB	7,32 hB	7,92 gA	8,00 gA	7,26 hB	7,37 hB	7,12 gB
E25	7,49 iA	7,93 fA	7,53 gA	7,50 iA	7,00 hB	7,49 hA	7,09 hB	7,19 hB	7,33 hB	11,61 aA
E26	12,15 aA	11,75 aB	12,10 aA	12,53 aA	11,93 aA	11,77 aB	12,13 aA	12,16 aA	11,04 cC	7,47 gB
E27	11,42 bB	12,05 aA	12,00 aA	12,24 aA	11,73 aB	11,65 aB	11,45 bB	11,09 cC	12,02 aA	11,94 aA
E28	11,06 cB	11,50 bA	11,03 cB	11,59 bA	11,54 bA	10,79 cB	10,73 cB	11,34 bA	11,49 bA	10,67 bB
E29	9,57 fA	9,81 dA	9,56 eA	9,45 fA	9,65 eA	9,53 eA	9,29 eA	9,54 eA	9,74 eA	9,55 dA
E30	10,32 eA	10,51 cA	10,06 dA	10,26 dA	10,29 dA	10,23 dA	9,92 dA	10,32 dA	10,23 dA	10,32 bA

Ambientes (E) segundo o esqenma proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74177 RSF IPRO (4), DM 75I76 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

O aumento do tempo de armazenamento favoreceu redução dos teores de água das sementes, independente das embalagens ou temperaturas de armazenamento (Figura 3). Zuffo et al. (2017) verificou redução teor de água em 240 dias armazenamento que sementes de soja sob ambiente não climatizado.

Os resultados obtidos indicaram benefício no revestimento interno das embalagens, havendo melhor conservação nos teores de água das sementes, amenizando os processos de transferência de calor e massa entre o ar atmosférico e as sementes armazenadas quando comparado com embalagens sem revestimento interno (Figura 3).

As sementes de soja armazenadas nos ambientes a 10 °C alcançaram o equilíbrio higroscópico com teores de água próximos das condições iniciais aos nove meses de armazenamento (Figura 3). Observou-se o mesmo padrão para os ambientes de armazenamento a 15 °C (Figura 3). Porém, nos ambientes em temperatura ambiente, as sementes entraram em equilíbrio higroscópico com teores de água mais baixos do que as temperaturas de 15 e 10 °C (Figura 3).

O ambiente climatizado estabilizou o teor de água das sementes durante o armazenamento (Figura 3). No trabalho realizado por Juvino et al. (2014) sementes de soja armazenadas por 270 dias apresentaram maior amplitude na variação do teor de água no ambiente não climatizado quando comparado com o ambiente climatizado a 18 °C, devido a maior influencia das mudanças de temperatura e umidade relativa do ar. Em 18 meses de armazenamento, as sementes de feijão armazenadas em ambiente não climatizado apresentaram um teor de água mais elevado do que nas sementes em ambiente climatizado (ZUCARELI et al., 2015).

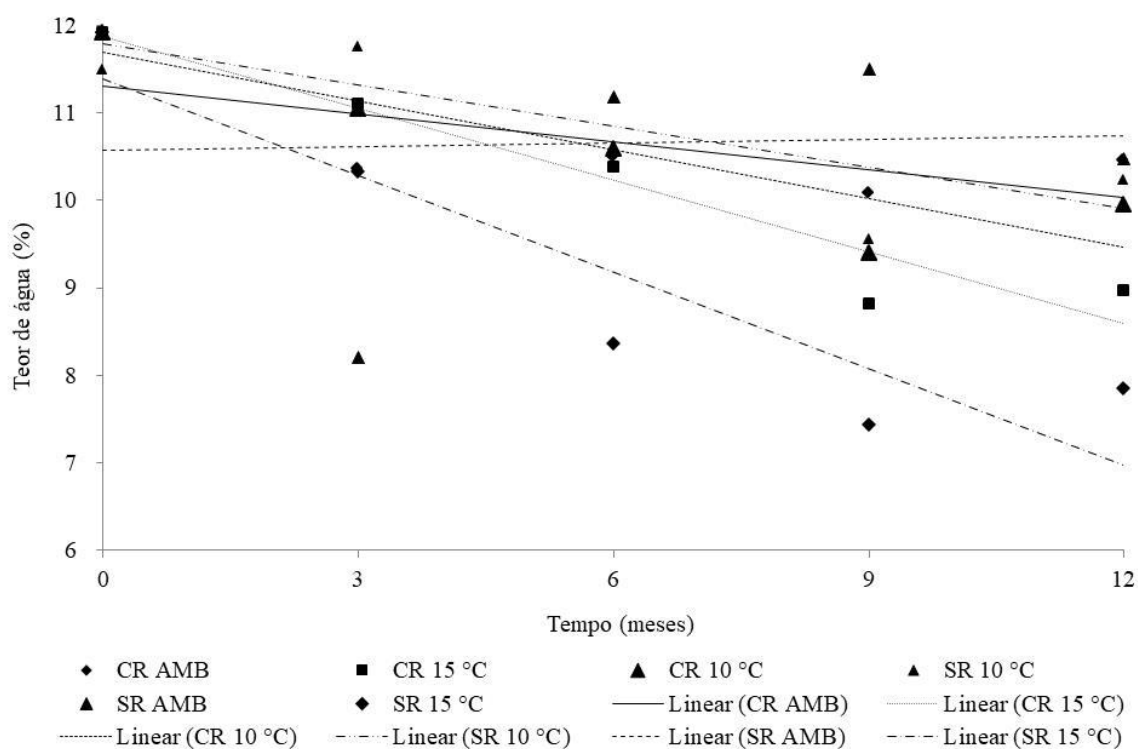


Figura 3. Teor de água das sementes de soja armazenadas em diferentes ambiente ao longo do tempo.

Nos resultados de massa específica aparente das sementes (Tabela 5), observou-se uma redução nos valores independente dos ambientes de armazenamento.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a massa específica aparente (kg m^{-3})

Ambientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	698,2 aA	701,4 aA	703,9 aA	685,2 aA	710,3 aA	703,6 aA	704,8 aA	704,9 aA	701,3 aA	724,9 aA
E2	692,5 aA	678,4 bB	689,3 aB	685,0 aB	682,6 bB	676,1 bB	668,0 bB	700,8 aA	704,0 aA	713,0 aA
E3	676,7 aA	676,7 bA	682,3 bA	673,4 aA	674,1 bA	677,8 bA	684,0 bA	682,0 bA	687,7 aA	703,4 bA
E4	690,9 aA	535,6 cB	677,8 bA	671,3 aA	674,5 bA	687,0 bA	687,2 bA	682,8 bA	683,9 aA	689,3 bA
E5	681,8 aA	672,7 bA	662,1 bA	669,2 aA	666,2 bA	670,1 bA	672,2 bA	680,1 bA	688,6 aA	680,7 bA
E6	698,2 aA	701,4 aA	703,9 aA	685,2 aA	710,3 aA	703,6 aA	704,8 aA	704,9 aA	701,3 aA	724,9 aA
E7	683,4 aA	668,9 bA	674,7 bA	664,9 aA	680,6 bA	678,6 bA	671,9 bA	689,5 aA	686,2 aA	694,9 bA
E8	689,4 aA	683,0 bA	676,8 bA	674,4 aA	672,2 bA	664,7 bA	684,2 bA	690,0 aA	703,0 aA	702,0 bA
E9	676,1 aA	682,9 bA	675,0 bA	678,7 aA	675,1 bA	684,2 bA	681,6 bA	684,1 bA	689,3 aA	696,3 bA
E10	674,7 aA	679,0 bA	677,7 bA	669,2 aA	675,8 bA	670,7 bA	671,2 bA	678,1 bA	677,4 aA	679,8 bA
E11	698,2 aA	701,4 aA	703,9 aA	685,2 aA	710,3 aA	703,6 aA	704,8 aA	704,9 aA	701,3 aA	724,9 aA
E12	682,7 aA	672,6 bA	674,6 bA	670,4 aA	684,0 bA	680,6 bA	688,6 bA	672,2 bA	680,8 aA	687,9 bA
E13	692,9 aA	680,0 bA	677,8 bA	679,8 aA	678,7 bA	682,0 bA	670,6 bA	699,2 aA	694,8 aA	701,1 bA
E14	678,0 aA	672,4 bA	674,9 bA	669,6 aA	670,0 bA	684,2 bA	686,7 bA	679,3 bA	678,4 aA	690,1 bA
E15	674,2 aA	670,1 bA	670,8 bA	671,4 aA	671,8 bA	668,9 bA	674,6 bA	677,5 bA	677,7 aA	682,7 bA
E16	698,2 aA	701,4 aA	703,9 aA	685,2 aA	710,3 aA	703,6 aA	704,8 aA	704,9 aA	701,3 aA	724,9 aA
E17	692,4 aA	696,1 aA	688,8 aA	683,4 aA	685,6 bA	685,5 bA	683,5 bA	679,5 bA	687,6 aA	699,6 bA
E18	693,7 aA	686,5 aA	679,1 bA	674,1 aA	683,1 bA	666,8 bA	678,9 bA	693,8 aA	694,8 aA	680,9 bA
E19	681,7 aA	691,8 aA	693,2 aA	684,2 aA	679,7 bA	688,2 bA	684,2 bA	694,4 aA	683,5 aA	700,3 bA
E20	674,4 aA	664,6 bA	662,9 bA	656,4 aA	655,4 bA	670,4 bA	670,8 bA	672,6 bA	680,4 aA	677,0 bA
E21	698,2 aA	701,4 aA	703,9 aA	685,2 aA	710,3 aA	703,6 aA	704,8 aA	704,9 aA	701,3 aA	724,9 aA
E22	685,5 aA	672,6 bA	672,0 bA	666,3 aA	675,8 bA	668,4 bA	671,0 bA	671,4 bA	679,9 aA	677,3 bA
E23	676,9 aA	689,7 aA	681,0 bA	668,7 aA	678,0 bA	677,4 bA	681,6 bA	691,5 aA	685,6 aA	693,2 bA
E24	674,5 aA	687,9 aA	673,9 bA	683,7 aA	678,9 bA	679,7 bA	675,5 bA	677,9 bA	680,1 aA	684,1 bA
E25	680,7 aA	680,4 bA	673,7 bA	671,7 aA	672,9 bA	673,3 bA	672,3 bA	677,1 bA	680,7 aA	686,6 bA
E26	698,2 aA	701,4 aA	703,9 aA	685,2 aA	710,3 aA	703,6 aA	704,8 aA	704,9 aA	701,3 aA	724,9 aA
E27	687,1 aA	669,8 bA	667,7 bA	672,2 aA	668,8 bA	675,5 bA	679,1 bA	688,9 aA	686,1 aA	690,9 bA
E28	690,5 aA	688,8 aA	686,1 bA	673,7 aA	693,5 aA	686,9 bA	689,2 bA	667,7 bA	684,4 aA	693,1 bA
E29	675,4 aA	686,6 aA	672,4 bA	676,3 aA	675,0 bA	678,5 bA	674,6 bA	678,5 bA	675,6 aA	679,4 bA
E30	677,8 aA	673,7 bA	670,9 bA	667,7 aA	669,5 bA	672,1 bA	674,7 bA	674,3 bA	675,8 aA	684,2 bA

Ambientes (E) segundo o esquisma proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74177 RSF IPRO (4), DM 75176 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

Porém, em nenhum ambiente de armazenamento houve diferença significativa para massa específica aparente (kg m^{-3}), em relação ao tempo de armazenamento e cultivar (Tabela

5). A massa específica aparente das sementes de soja também permaneceu constante em 180 dias de armazenamento (ALENCAR et al., 2009).

A temperatura de armazenamento de 10 °C manteve a massa específica aparente de sementes no armazenamento, em condições próximas as iniciais porém não apresentou diferença significativa das demais temperaturas (Figura 4). Os ambientes refrigerados de armazenamento apresentaram baixo consumo de matéria seca mantendo o peso da massa específica aparente de sementes próximas das condições iniciais devido à redução da respiração das sementes (ALENCAR et al., 2009).

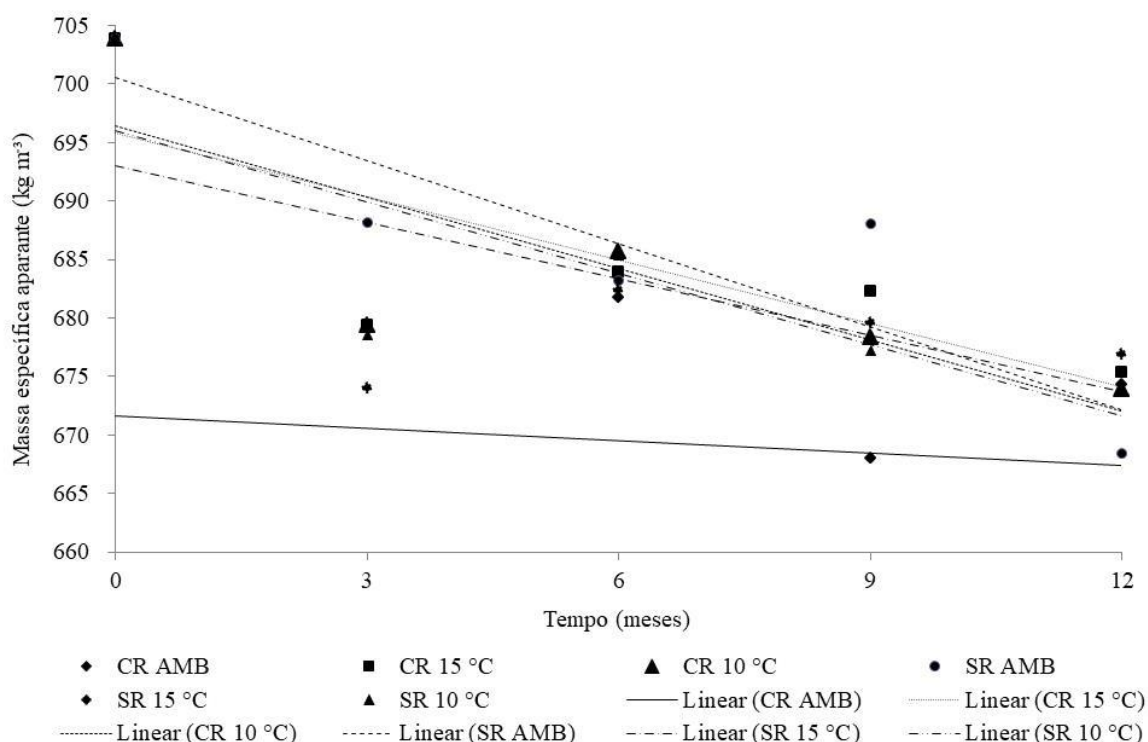


Figura 4. Massa específica aparente das sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.

As sementes de soja reduziu o percentual germinativo devido o tempo de armazenamento, sendo os efeito mais severos observados em ambientes não climatizados. Segundo Hartmann Filho et al. (2016) sementes de soja armazenadas por 180 dias em ambiente não climatizado mantiveram o poder germinativo acima de 80%, considerado padrão mínimo para comercialização de sementes de soja. Porém, em condições não controladas as cultivares de sementes de soja estudadas apresentaram reduções no teste de germinação a partir dos 90 dias de armazenamento, com reduções mais bruscas após 180 dias (CARVALHO et al., 2014).

Os ambientes não climatizados são ineficientes para a manutenção da qualidade de sementes de soja durante o armazenamento. Segundo Neve et al. (2016) sementes de soja armazenadas por 180 dias em armazém não climatizado, apresentam perda de qualidade, relacionado à redução no teste de germinação. Durante 240 dias de armazenamento as sementes soja em ambiente não controlado observou-se redução nos resultados de germinação a partir do quarto mês de armazenamento (CARVALHO et al., 2016).

A redução do poder germinativo das sementes armazenadas abaixo de 80% impede a comercialização. De acordo com Zuffo et al. (2017), o armazenamento em ambiente não climatizado de sementes de soja durante 240 dias provocou a perda do padrão mínimo permitido para comercialização. As sementes de soja armazenadas em ambiente não climatizado com 92% de germinação, apresentaram 85% de germinação em 120 dias, 69% de germinação em 180 dias, 55% de germinação em 240 dias (CONCEIÇÃO et al., 2016). Segundo Carvalho et al. (2014), as sementes de soja armazenadas por 210 dias em ambiente não climatizado tiveram redução do poder germinativo para valores inferiores ao padrão de comercialização.

O armazenamento climatizado em temperaturas mais baixas é uma alternativa favorável à manutenção da qualidade das sementes (Figura 5). Segundo Zuchi et al. (2013) a refrigeração foi benéfica ao armazenamento de sementes de soja proporcionando melhores resultados em relação ao teste de germinação. As sementes de soja armazenadas por 180 dias mantiveram o padrão germinativo quando armazenadas a 20 °C, porém a 27 °C sofreram reduções na taxa germinativas e perda do padrão comercial (SMANIOTTO et al., 2014).

As sementes de soja com 94% de germinação armazenada por 225 dias em ambiente climatizado a 20 °C expressaram 91% de germinação e em ambiente não climatizado expressaram 84% de germinação (FERREIRA et al., 2017). As sementes de soja armazenadas durante 240 dias apresentaram resultados superiores em ambiente climatizado a 10 °C em relação ao teste de germinação, quando comparado às sementes armazenadas em temperatura ambiente (CARVALHO et al., 2014).

Verificou-se na Tabela 6 que a germinação das sementes armazenadas na temperatura de 10 °C não diferiu da temperatura de 15 °C, ambas as temperaturas mantiveram durante os 360 dias de armazenamento em 9 das 10 cultivares com percentual de germinação superior a 80%. Estes resultados foram mantidos tanto nas condições de embalagens com revestimento, quanto nas sem revestimento (Tabela 6). Enquanto que, na temperatura ambiente de armazenamento houveram os piores resultados do percentual germinativo das sementes foi a ambiente que começou a apresentar perda do padrão comercial a partir do tempo de

armazenamento de 270 dias (Tabela 6). Durante o período de armazenamento das cultivares de sementes de soja foi observado reduções no percentual de germinação ao longo do tempo para todas as cultivares (Tabela 6). Entre as cultivares, verificou-se que a NS 7209 IPRO foi a que teve menor percentual de germinação ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 6).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a germinação (%)

Ambientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	100 aA	99 aA	64 cC	90 bB	94 aB	99 aA	99 aA	92 bB	99 aA	96 aA
E2	99 aA	96 aA	80 aB	94 aA	94 aA	100 aA	95 aA	98 aA	97 aA	97 aA
E3	93 aA	91 aA	41 fC	86 bB	81 bB	93 bA	98 aA	85 cB	96 aA	92 bA
E4	97 aA	86 bB	38 fE	86 bB	76 bC	99 aA	98 aA	78 dC	66 bD	75 dC
E5	69 bB	34 dD	20 hE	66 dB	50 dC	92 bA	92 aA	67 eB	17 cE	49 fC
E6	100 aA	99 aA	64 cC	90 bB	94 aB	99 aA	99 aA	92 bB	99 aA	96 aA
E7	99 aA	100 aA	61 cC	90 bB	87 aB	99 aA	96 aA	99 aA	97 aA	93 aB
E8	100 aA	99 aA	75 bD	98 aA	98 aA	87 bC	100 aA	93 bB	98 aA	93 aB
E9	99 aA	98 aA	57 dC	93 aB	93 aB	98 aA	100 aA	96 aA	99 aA	91 bB
E10	99 aA	96 aA	48 eD	95 aA	89 aB	100 aA	98 aA	91 bB	97 aA	82 cC
E11	100 aA	99 aA	64 cC	90 bB	94 aB	99 aA	99 aA	92 bB	99 aA	96 aA
E12	97 aA	99 aA	83 aB	92 bA	91 aA	95 bA	97 aA	96 aA	97 aA	94 aA
E13	99 aA	100 aA	78 bB	96 aA	99 aA	99 aA	100 aA	98 aA	99 aA	97 aA
E14	99 aA	97 aA	56 dB	97 aA	97 aA	100 aA	100 aA	98 aA	99 aA	96 aA
E15	94 aB	96 aA	73 bC	88 bB	93 aB	99 aA	98 aA	98 aA	100 aA	96 aA
E16	100 aA	99 aA	64 cC	90 bB	94 aB	99 aA	99 aA	92 bB	99 aA	96 aA
E17	99 aA	99 aA	60 cB	97 aA	96 aA	100 aA	98 aA	98 aA	95 aA	98 aA
E18	99 aA	96 aB	69 cC	93 aB	92 aB	99 aA	99 aA	99 aA	95 aB	99 aA
E19	93 aA	75 cC	29 gG	49 eF	69 cD	93 bA	97 aA	83 cB	61 bE	95 aA
E20	69 bB	7 eE	0 iF	10 fE	13 eE	37 cD	77 bA	4 fF	1 dF	62 eC
E21	100 aA	99 aA	64 cC	90 bB	94 aB	99 aA	99 aA	92 bB	99 aA	96 aA
E22	98 aA	97 aA	81 aC	90 bB	93 aB	100 aA	94 aB	99 aA	99 aA	95 aB
E23	97 aA	98 aA	62 cC	95 aA	89 aB	100 aA	99 aA	95 aA	95 aA	96 aA
E24	98 aA	95 aA	60 cB	97 aA	93 aA	99 aA	99 aA	94 bA	95 aA	91 bA
E25	97 aA	95 aA	53 dC	88 bB	92 aB	98 aA	99 aA	92 bB	90 aB	87 cB
E26	100 aA	99 aA	64 cC	90 bB	94 aB	99 aA	99 aA	92 bB	99 aA	96 aA
E27	100 aA	100 aA	87 aB	79 cC	93 aA	100 aA	97 aA	97 aA	94 aA	96 aA
E28	100 aA	99 aA	73 bC	99 aA	97 aA	99 aA	100 aA	99 aA	97 aA	99 aA
E29	99 aA	96 aA	62 cB	99 aA	95 aA	99 aA	99 aA	94 bA	99 aA	97 aA
E30	98 aA	98 aA	75 bB	95 aA	93 aA	99 aA	100 aA	96 aA	98 aA	98 aA

Ambientes (E) segundo o esqumma proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74I77 RSF IPRO (4), DM 75I76 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

A temperaturas altas foram prejudiciais para o armazenamento das sementes de soja (Figura 5). No estudo realizado por Sarath et al. (2016) com sementes de amendoim verificou-se 96% de germinação após 150 dias de armazenamento, sendo 83% da germinação nas sementes armazenadas em ambiente não controlado. Paraginski et al. (2015) observou em sementes de milho armazenadas ao longo de 360 dias sob temperatura de 5 e 15 °C menores reduções no percentual germinativo, quando comparado ao armazenamento em temperaturas de 25 °C e 35 °C. Bessa et al. (2015) armazenou de sementes de crame e obteve melhores resultados de germinação em embalagem PET, em comparação com embalagens laminada e polietileno de alta densidade (PEAD) em ambiente climatizado a 10 °C e não climatizado (ALCÂNTARA et al., 2018).

A utilização de embalagens é favorável à manutenção da qualidade das sementes armazenadas por reduzir o efeito de variações de temperatura e umidade, o efeito é mais evidente em ambientes de armazenamento com temperatura ambiente (Figura 5). As sementes de crame armazenadas em embalagem metálica apresentaram resultados superiores na germinação, quando comparado com embalagens de sacaria de polipropileno trançado, garrafa plástica tipo PET e caixa de isopor (CARDOSO et al., 2012). A deterioração das sementes é um processo natural e quando as sementes são armazenadas em temperatura elevadas estão sujeitas a perder o vigor mais rapidamente em comparação com ambientes refrigerados (Figura 5). Da mesma forma, Smaniotto et al. (2014) relatou redução na qualidade das sementes de soja armazenada por 180 dias sob alta temperatura (27 °C), as taxas de germinação diminuíram drasticamente, mesmo para sementes com baixo teor de água devido à influência direta do tempo e temperatura de armazenamento.

Observou-se na Tabela 5, que as sementes armazenadas em ambientes com sacarias sem revestimento interno apresentaram redução no percentual de germinação, principalmente em ambientes de armazenamento em temperatura ambiente, enquanto que, nas temperaturas de 10 °C e 15 °C apresentaram resultados semelhantes até os seis meses de armazenamento, a partir desse período, as sementes armazenadas a 10 °C manteve-se com melhor qualidade de germinação. O aumento do tempo de armazenamento teve maior influência na redução do percentual de sementes germinadas, sendo que as maiores perdas foram observadas a partir do sexto mês, independente das condições de temperaturas e embalagens de armazenamento (Figura 5).

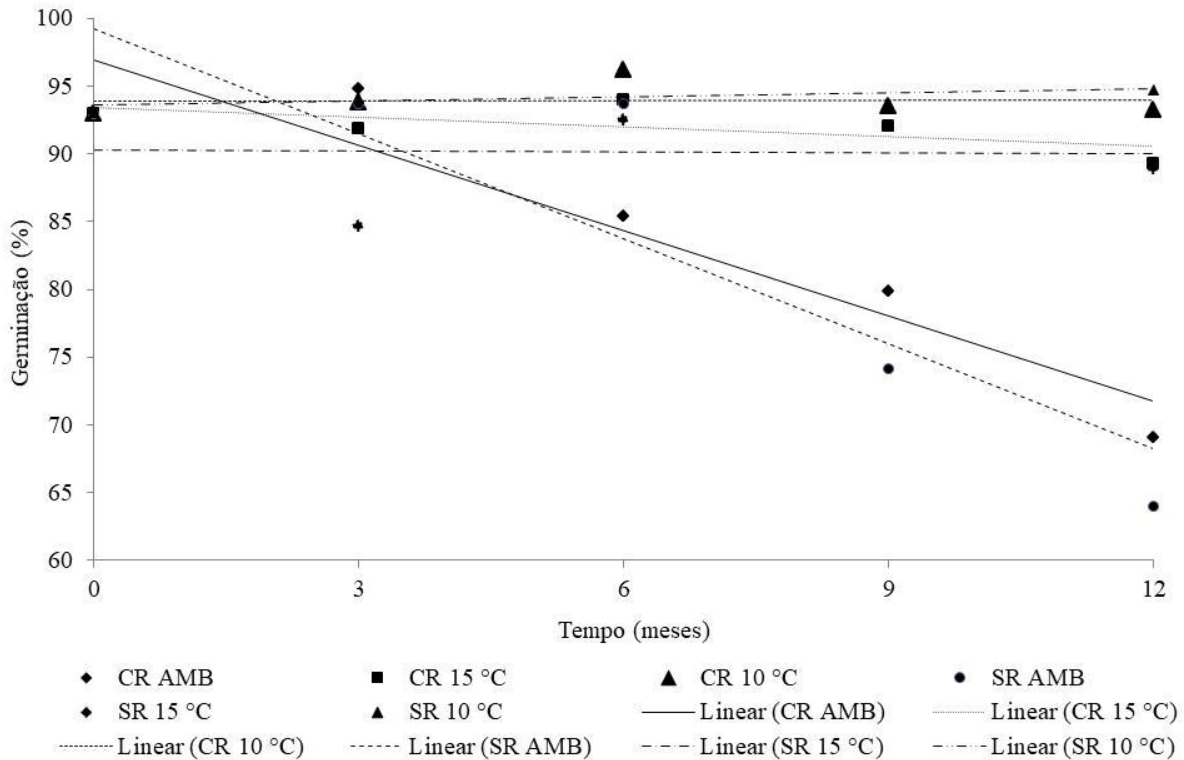


Figura 5. Germinação de sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.

Verificou-se valores mais elevados de condutividade elétrica e consequentemente maior deterioração em sementes armazenadas nos ambientes com temperaturas ambiente, quando comparado com ambientes com temperatura de 10 °C e 15 °C (Tabela 7). Segundo Neve et al. (2016), os lotes de sementes de soja que apresentam alto vigor tem resultados de condutividade elétrica menores que $80 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, esses valores podem variar dependendo da cultivar. Os resultados da leitura de condutividade elétrica estão na Tabela 7 e apresentam semelhança com os resultados obtidos no teste de germinação. Segundo Zuchi et al. (2013) as sementes de soja armazenadas em ambiente refrigerado apresentaram menores resultados na avaliação de condutividade elétrica indicando melhor organização do sistema de membrana, comparado com o armazenamento em ambiente não climatizado. O armazenamento em ambiente refrigerado reduziu o processo de deterioração das sementes de soja durante o período de armazenamento, no entanto, foi observado aumento na condutividade elétrica ao longo do tempo de armazenamento em todos os ambientes e cultivares (Tabela 7).

Tabela 7. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$ de amostra)

Ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	82,5 dC	81,2 eC	145,5 gA	79,0 eC	90,6 fC	87,3 dC	73,2 cC	83,6 fC	89,1 fC	107,7 dB
E2	76,9 dC	84,3 eC	153,6 gA	83,5 eC	89,6 fC	76,2 dC	75,9 cC	112,5 dB	120,8 eB	114,6 cB
E3	84,8 dD	98,1 dC	189,3 eA	96,1 eC	105,3 eC	91,6 dD	80,9 cD	104,8 dC	128,5 dB	104,8 dC
E4	97,4 cD	131,2 cC	238,5 cA	127,2 cC	152,2 cB	106,8 cD	98,5 bD	131,2 cC	161,7 cB	125,4 cC
E5	116,4 bF	184,2 bC	281,4 bA	182,4 bC	191,9 bC	134,2 bE	111,6 bF	172,7 bC	207,9 bB	156,8 bD
E6	82,5 dC	81,2 eC	145,5 gA	79,0 eC	90,6 fC	87,3 dC	73,2 cC	83,6 fC	89,1 fC	107,7 dB
E7	72,0 dC	74,7 eC	136,9 hA	77,6 eC	79,6 fC	76,8 dC	65,5 cC	81,5 fC	92,3 fB	95,4 dB
E8	87,9 dC	99,6 dC	167,3 fA	92,4 eC	108,6 eB	93,7 dC	83,9 cC	93,4 eC	115,6 eB	121,6 cB
E9	81,4 dC	99,3 dC	164,1 fA	99,8 eC	105,7 eC	86,9 dD	80,9 cD	97,8 eC	116,4 eB	122,4 cB
E10	80,6 dC	100,5 dD	190,2 eA	110,2 dC	109,1 eC	94,7 dD	87,1 cD	106,6 dC	129,9 dB	117,1 cC
E11	82,5 dC	81,2 eC	145,5 gA	79,0 eC	90,6 fC	87,3 dC	73,2 cC	83,6 fC	89,1 fC	107,7 dB
E12	63,8 dC	71,2 eC	132,5 hA	76,8 eC	89,4 fB	69,4 dC	72,7 cC	74,7 fC	94,8 fB	88,9 dB
E13	86,8 dC	88,3 eC	167,7 fA	90,8 eC	100,6 eB	86,3 dC	79,1 cC	94,8 eC	108,4 eB	106,7 dB
E14	76,8 dC	87,2 eC	160,0 fA	85,4 eC	103,3 eB	82,9 dC	76,5 cC	93,9 eC	106,5 eB	112,1 dB
E15	79,6 dC	89,7 eC	166,9 fA	86,4 eC	101,3 eB	87,5 dC	80,3 cC	88,7 eC	101,8 fB	107,1 dB
E16	82,5 dC	81,2 eC	145,5 gA	79,0 eC	90,6 fC	87,3 dC	73,2 cC	83,6 fC	89,1 fC	107,7 dB
E17	81,5 dC	91,1 eC	182,1 eA	92,9 eC	102,7 eB	77,3 dC	82,1 cC	103,9 dB	118,3 eB	107,7 dB
E18	78,2 dC	79,9 eC	178,3 eA	82,4 eC	105,9 eB	82,3 dC	75,5 cC	93,1 eC	114,3 eB	102,1 dB
E19	97,1 cD	105,2 dD	239,7 cA	123,2 cC	139,1 dC	119,0 bC	95,5 bD	130,5 cC	193,4 bB	125,3 cC
E20	193,0 aD	258,6 aB	313,5 aA	220,7 aC	246,3 aB	223,4 aC	160,2 aE	214,0 aC	303,5 aA	189,5 aD
E21	82,5 dC	81,2 eC	145,5 gA	79,0 eC	90,6 fC	87,3 dC	73,2 cC	83,6 fC	89,1 fC	107,7 dB
E22	72,3 dC	78,8 eC	148,6 gA	77,7 eC	81,6 fC	82,2 dC	68,6 cC	73,4 fC	95,6 fB	104,3 dB
E23	74,2 dC	88,9 eC	157,3 gA	89,6 eC	104,9 eB	85,7 dC	82,6 cC	90,8 eC	100,5 fB	112,0 dB
E24	88,6 dE	93,5 dE	190,8 eA	105,1 dD	113,2 eD	94,1 dE	87,6 cE	106,5 dD	155,6 cB	125,6 cC
E25	100,5 cD	105,1 dD	215,9 dA	126,3 cC	131,2 dC	102,9 cD	99,5 bD	123,9 cC	151,6 cB	150,1 bB
E26	82,5 dC	81,2 eC	145,5 gA	79,0 eC	90,6 fC	87,3 dC	73,2 cC	83,6 fC	89,1 fC	107,7 dB
E27	69,4 dD	72,0 eD	126,6 hA	78,0 eC	83,9 fC	70,1 dD	66,7 cD	72,3 fD	88,5 fC	97,9 dB
E28	72,9 dC	79,8 eC	155,0 gA	82,7 eC	106,9 eB	82,9 dC	80,9 cC	79,6 fC	109,9 eB	117,6 cB
E29	75,8 dC	79,0 eC	164,4 fA	85,8 eC	86,8 fC	80,1 dC	75,8 cC	88,5 eC	118,6 eB	109,2 dB
E30	74,6 dC	81,0 eC	163,6 fA	87,9 eC	104,0 eB	89,9 dC	81,5 cC	91,5 eC	94,5 fC	115,2 cB

Ambientes (E) segundo o esqenma proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74I77 RSF IPRO (4), DM 75I76 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

Os ambientes com embalagens sem revestimento interno apresentaram maiores valores de condutividade elétrica quando comparados com ambientes de embalagens com revestimento interno em mesma temperatura, tempo de armazenamento e cultivar, evidenciando o benefício do revestimento interno para manutenção da qualidade das sementes (Tabela 7). A deterioração observada pelo teste de condutividade elétrica foi maior no

armazenamento de sementes de feijão carioca em ambiente não refrigerado ($58,56 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) do que em ambiente climatizado ($55,90 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) no período de 540 dias $\text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (ZUCARELI et al., 2015). Em 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado a 20°C as sementes de soja apresentaram resultados mais favoráveis para a conservação da qualidade fisiológica de acordo com o teste de condutividade elétrica do que as sementes armazenadas em temperatura ambiente (SMANIOTTO et al., 2014).

Segundo Virgolino et al. (2016) a condutividade elétrica apresentou melhores resultados no armazenamento de sementes de soja resfriadas mantidas nas embalagens de papel Kraft indicando maior deterioração do lote, ocorrendo o inverso em condições não refrigeradas quando as sementes foram armazenadas em big bags. Paraginski et al. (2015) e Coradi et al. (2019b) verificaram durante o armazenamento de sementes de milho em ambiente refrigerado um aumento da condutividade elétrica, porém no armazenamento em temperatura ambiente os valores de condutividade elétrica dobraram e consequentemente a deterioração das sementes.

Observou-se no armazenamento na temperatura de 10°C uma melhor conservação da qualidade das sementes de soja, observando-se um aumento considerável de solutos lixiviados a partir de 180 dias de armazenamento, destacando-se negativamente as cultivares NS 7209 IPRO e M-SOY 8866 (Figura 6). Carvalho et al. (2016), observou que as sementes de soja armazenadas apresentaram aumento da condutividade elétrica ao longo do tempo, com aumento mais expressivo a partir de 180 dias de armazenamento. Quanto maior o tempo de armazenamento e a permeabilidade da embalagem, maior foi a deterioração das sementes, observadas pelo aumento na leitura da condutividade elétrica (Figura 6).

As sementes de soja armazenadas por 210 dias em ambiente não refrigerado apresentaram maiores leituras no teste de condutividade elétrica e redução da qualidade das sementes no fim do armazenamento (CARVALHO et al., 2014). O armazenamento de sementes de soja em ambientes com temperaturas ambiente acelerou o processo de deterioração das sementes de soja ao longo do tempo de armazenamento (Figura 6).

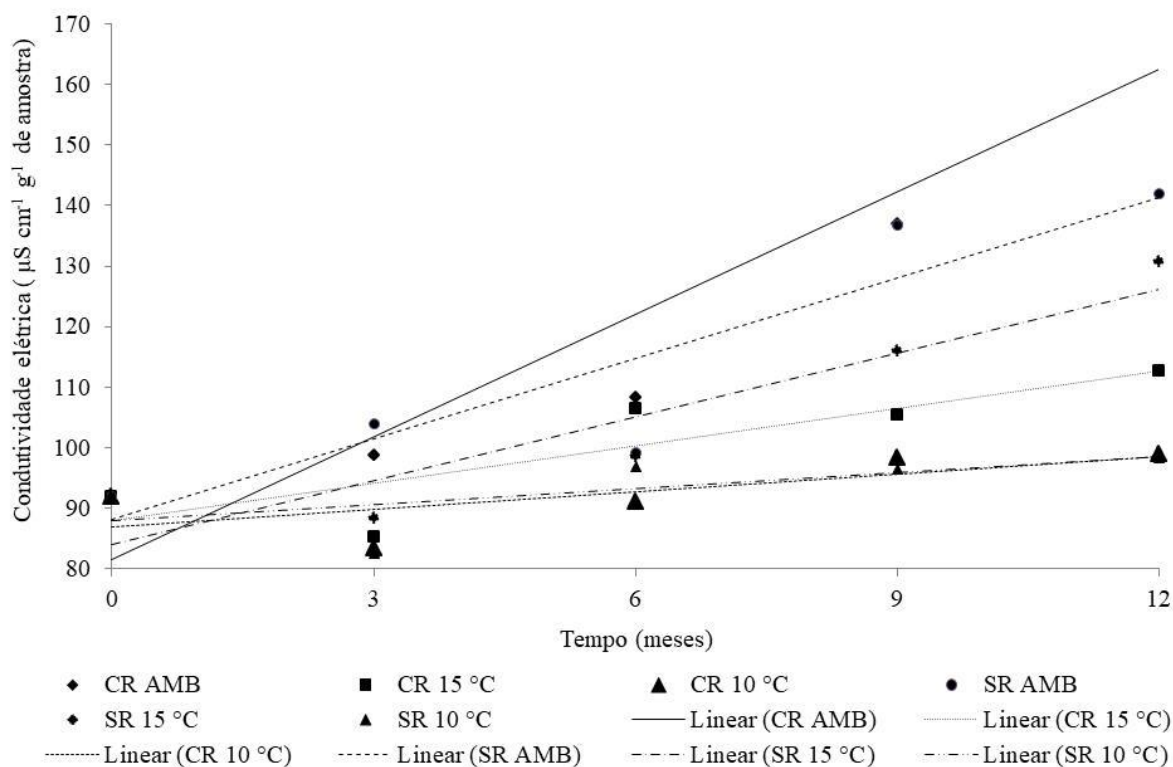


Figura 6. Teste de condutividade elétrica de sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.

Os ambientes de armazenamento de sementes em temperaturas de 15 e 10 °C apresentaram melhores resultados de 1ª contagem de germinação das sementes de soja em relação à temperatura ambiente, verificou-se comportamentos similares às avaliações de condutividade elétrica e germinação, também favorável aos ambientes de armazenamento em embalagens com revestimento interno quando comparado à mesma cultivar, temperatura, tempo de armazenamento e embalagem sem revestimento interno (Tabela 8).

De acordo com Sarath et al. (2016), as sementes de amendoim armazenadas em temperatura ambiente tiveram redução de 94% para 63% na 1ª contagem do teste de germinação, aos 150 dias. A partir dos 360 dias de armazenamento, os melhores resultados da primeira contagem da germinação foram obtidos pelas sementes de feijão carioca armazenadas em ambiente climatizado a 20 °C (ZUCARELI et al., 2015). As sementes de soja armazenadas em temperatura ambiente por 90 dias não apresentaram variação significativa para os testes de 1ª contagem de germinação (VIRGOLINO et al., 2016). Porém, segundo Carvalho et al. (2016) as sementes de soja armazenadas em 240 dias apresentaram redução da germinação e 1ª contagem da germinação, diferindo apenas entre o tempo de armazenamento.

Tabela 8. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja para a 1ª Contagem de germinação (%)

Ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	99 aA	95 aA	50 cC	84 bB	87 aB	94 aA	97 aA	84 bB	93 aA	95 aA
E2	97 aA	89 bB	76 aC	93 aB	83 aC	98 aA	88 bB	97aA	90 aB	95 aA
E3	72 cB	56 dC	18 fE	45 fD	49 dD	67 cB	88 bA	43 eD	48 dD	66 cB
E4	97 aA	85 bB	38 dE	86 bB	56 cC	99 aA	97 aA	47 eD	53 dC	56 dC
E5	47 dB	14 eD	11 fD	23 gC	18 eC	50 dB	58 dA	12 fD	10 fD	26 fC
E6	99 aA	95 aA	50 cC	84 bB	87 aB	94 aA	97 aA	84 bB	93 aA	95 aA
E7	96 aA	98 aA	48 cF	63 dE	62 cE	99 aA	72 cD	88 aB	82 bC	77 bC
E8	95 aA	69 cC	44 cD	78 cB	88 aA	73 cC	94 aA	69 cC	79 bB	77 bB
E9	98 aA	97 aA	50 cC	86 bB	82 aB	97 aA	97 aA	91 aB	86 aB	85 bB
E10	95 aA	83 bB	39 dE	73 cC	67 bD	90 aA	82 bB	78 cC	86 aB	66 cD
E11	99 aA	95 aA	50 cC	84 bB	87 aB	94 aA	97 aA	84 bB	93 aA	95 aA
E12	89 bA	97 aA	73 aC	86 bB	51 dD	85 bB	93 aA	83 bB	88 aA	94 aA
E13	92 aA	88 bA	56 cC	80 bB	84 aB	84 bB	89 bA	79 bB	76 bB	83 bB
E14	99 aA	94 aB	48 cC	91 aB	90 aB	99 aA	93 aB	91 aB	90 aB	89 aB
E15	87 bB	88 bB	58 cD	69 dC	82 aB	97 aA	86 bB	92 aA	85 aB	91 aA
E16	99 aA	95 aA	50 cC	84 bB	87 aB	94 aA	97 aA	84 bB	93 aA	95 aA
E17	98 aA	95 aA	44 cC	96 aA	90 aA	96 aA	95 aA	92 aA	81 bB	93 aA
E18	79 cB	71 cB	38 dD	58 eC	61 cC	71 cB	86 bA	73 cB	57 cC	90 aA
E19	85 bA	63 dC	28 eF	40 fE	60 cC	83 bA	88 bA	74 cB	49 dD	87 bA
E20	30 eC	0 fD	0 gD	4 hD	4 fD	11 eD	60 dA	1 gD	0 gD	47 eB
E21	99 aA	95 aA	50 cC	84 bB	87 aB	94 aA	97 aA	84 bB	93 aA	95 aA
E22	97 aA	91 aB	75 aC	70 dC	86 aB	98 aA	90 bB	95 aA	93 aB	90 aB
E23	90 bA	74 cB	32 eE	50 eD	64 cC	85 bA	88 bA	50 eD	62 cC	78 bB
E24	93 aA	83 bB	49 cC	76 cB	82 aB	95 aA	95 aA	80 bB	85 aB	82 bB
E25	55 dC	57 dC	34 eD	54 eC	75 bB	85 bA	92 aA	56 dC	29 eD	59 cC
E26	99 aA	95 aA	50 cC	84 bB	87 aB	94 aA	97 aA	84 bB	93 aA	95 aA
E27	98 aA	100 aA	82 aB	64 dC	87 aB	97 aA	90 bB	93 aA	89 aB	96 aA
E28	90 bA	85 bA	49 cD	68 dC	80 aB	90 aA	88 bA	76 cB	74 bB	82 bB
E29	98 aA	95 aA	54 cB	95 aA	89 aA	97 aA	96 aA	90 aA	91 aA	94 aA
E30	89 bA	84 bB	63 bC	82 bB	88 aA	97 aA	94 aA	79 bB	90 aA	91 aA

Ambientes (E) segundo o esquema proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74177 RSF IPRO (4), DM 75176 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

Durante o período de armazenamento das sementes de soja foi observado reduções no percentual de germinação na 1ª contagem ao longo do tempo, em todos ambientes, com maior destaque para ambientes de armazenamento em temperatura ambiente (Figura 7). Em 60 dias de armazenamento em ambiente não climatizado não foi possível observar reduções no teste de 1ª contagem de germinação em sementes de soja (CAMILO et al., 2017). No entanto, a

partir de 180 dias de armazenamento foi possível observar a redução da 1ª contagem de germinação devido aumento da deterioração das sementes de soja principalmente em ambientes de armazenamento em temperatura ambiente (Figura 7).

Cardoso et al. (2012) observou que após 180 dias de armazenamento as sementes de crame armazenadas em embalagem metálica apresentou melhores resultados para primeira contagem de germinação, não diferindo da embalagem PET. As embalagens com revestimento interno favoreceram a manutenção do percentual da 1ª contagem das sementes de soja nos ambientes de armazenamento com temperatura ambiente e a 15 °C até 270 dias (Figura 7).

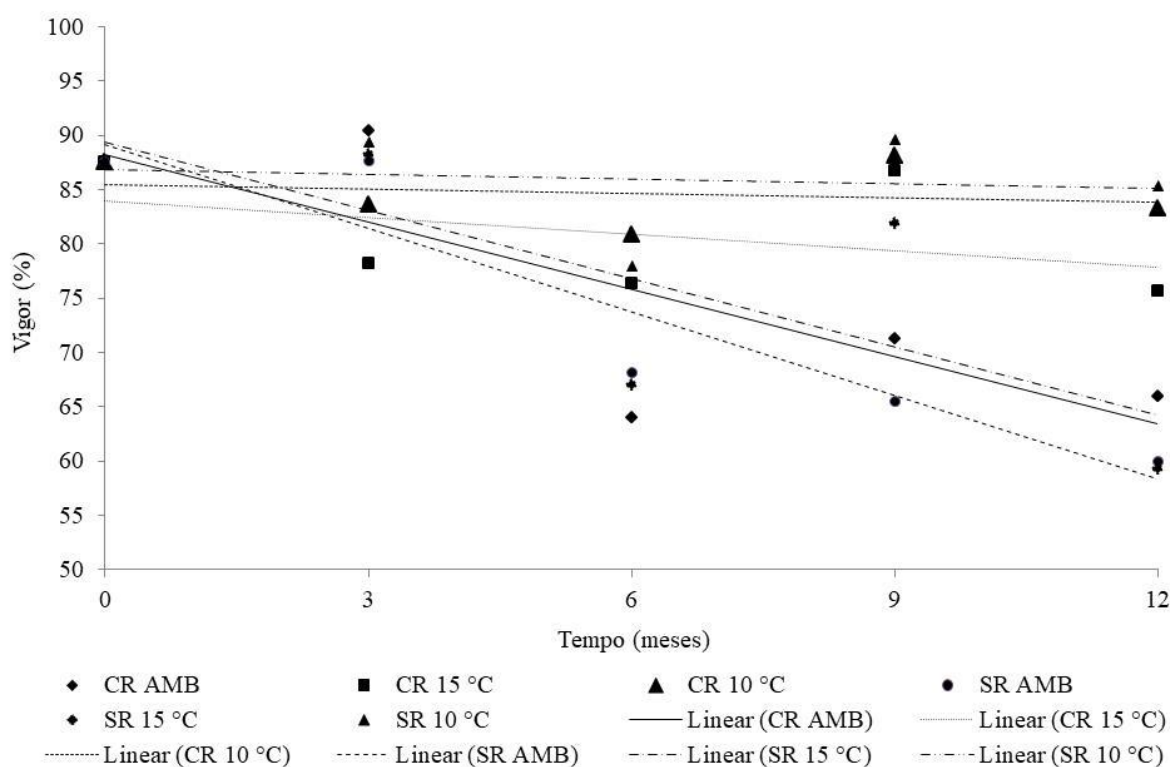


Figura 7. Teste de 1ª contagem da germinação de sementes de soja armazenadas em ambientes diferentes ao longo do tempo.

Ao estudar as alterações bioquímicas e o potencial fisiológico de sementes de soja, Vieira (2009) observou que o armazenamento das sementes sob condições adversas reduziu o potencial fisiológico, danificando a estrutura, enquanto que as sementes de soja colhidas em diferentes épocas e com alto potencial fisiológico apresentaram diferenças nos padrões izoenzimáticos, ao longo do tempo de armazenamento. Segundo França Neto et al. (2017), sugeriu que o conteúdo de água da semente seja mantido em 11,0% a 11,5% para as regiões dos cerrados para manutenção da qualidade das sementes. Smaniotto et al. (2014), constatou

que o teor de água inicial influenciou na qualidade das sementes de soja durante o armazenamento, sendo que as sementes armazenadas com teores de água inicial mais elevadas de 14% (b.u.) apresentaram maior perda de qualidade no decorrer do armazenamento.

Os resultados obtidos de deterioração das sementes foram menores nas sementes armazenadas com refrigeração artificial, a qual se verificou que a temperatura da massa de sementes uniformizou de uma forma mais rápida, reduzindo as trocas de vapor de água e os focos de calor, regulando a umidade para uma condição de equilíbrio higroscópico favorável ao armazenamento. Segundo Berbert et al. (2008), o teor de água é o fator mais significativo a ser controlado na prevenção da deterioração das sementes durante o armazenamento.

Durante o período de armazenamento das cultivares de sementes de soja foi observado aumentos no percentual de danos por umidade ao longo do tempo para todas as cultivares (Tabela 9). Segundo Afonso Junior et al. (2003) a atividade de água elevada proporcionada pelo ambiente de armazenamento ocasionou um aumento na taxa respiratória das sementes e um aumento no teor de água, induzindo ao aumento da taxa metabólica e da temperatura da massa de sementes. Os ambientes de armazenamento em temperatura ambiente e em embalagens sem revestimento, proporciona maiores trocas de umidade e calor entre a massa de sementes e o ar intergranular de armazenamento, ao longo do tempo, intensificando a deterioração das sementes (Tabela 9).

Os danos por umidade pelo teste de tetrazólio estão relacionados à morte das sementes de soja e consequente a perda de viabilidade, as quais foram maiores aos 270 dias em ambientes de armazenamento com temperatura ambiente, quando comparado à mesma cultivar, tempo de armazenamento e tipo de embalagem (Tabela 9). O revestimento interno contribuiu para reduzir o percentual de danos por umidade das sementes de soja a partir dos 270 dias, nos ambientes de armazenamento com temperatura ambiente e a 15 °C quando comparado à mesma cultivar, tempo de armazenamento e embalagens sem revestimento interno.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja sobre os danos por umidade (%) obtido pela análise do teste de tetrazólio

Ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	3 cA	3 eA	5 gH	0 hB	2 dB	1 eB	2 cB	1 eB	2 eB	0 dB
E2	2 cA	0 fA	0 hA	0 hA	0 eA	0 eA	0 dA	1 eA	0 fA	0 dA
E3	0 dA	2 eA	1 hA	0 hA	0 eA	0 eA	2 cA	0 eA	0 fA	0 dA
E4	12 bB	15 cA	7 fC	0 hD	0 eD	0 eD	0 dD	2 eD	7 cC	1 dD
E5	10 bG	35 bC	56 bB	65 aA	35 bC	18 bE	15 bF	54 bB	34 bC	24 aD
E6	3 cA	3 eA	5 gA	0 hB	2 dB	1 eB	2 cB	1 eB	2 eB	0 dB
E7	0 dA	0 fA	1 hA	1 hA	2 dA	1 eA	0 dA	1 eA	0 fA	1 dA
E8	0 dB	1 fB	4 gA	1 hB	1 eB	2 eA	0 dB	2 eA	0 fB	1 dB
E9	0 dB	0 fB	5 gA	0 hB	2 dB	0 eB	0 dB	1 eB	0 fB	1 dB
E10	3 cD	6 dC	9 eB	14 dA	0 eE	6 cC	2 cD	12 cA	4 dC	4 cC
E11	3 cA	3 eA	5 gA	0 hB	2 dB	1 eB	2 cB	1 eB	2 eB	0 dB
E12	0 dB	0 fB	4 gA	1 hB	1 eB	0 eB	0 dB	0 eB	0 fB	0 dB
E13	1 dB	0 fB	1 hB	3 gA	1 eB	0 eB	0 dB	3 eA	0 fB	5 cA
E14	0 dC	1 fC	14 dA	4 gB	1 eC	1 eC	1 cC	2 eC	0 fC	0 dC
E15	1 dE	0 fE	19 cA	8 eB	5 dC	3 dC	0 dE	2 eD	1 eE	3 cD
E16	3 cA	3 eA	5 gA	0 hB	2 dB	1 eB	2 cB	1 eB	2 eB	0 dB
E17	0 dB	0 fB	0 hB	5 fA	0 eB	0 eB	0 dB	5 dA	1 eB	0 dB
E18	0 dB	1 fB	5 gA	2 gB	0 eB	1 eB	0 dB	3 eA	2 eB	1 dB
E19	3 cB	3 eB	8 fA	0 hC	2 dB	0 eC	0 dC	1 eC	1 eC	2 cB
E20	30 aG	85 aA	87 aA	40 bE	76 aB	33 aF	49 aD	77 aB	72 aC	11 bH
E21	3 cA	3 eA	5 gA	0 hB	2 dB	1 eB	2 cB	1 eB	2 eB	0 dB
E22	0 dB	0 fB	5 gA	0 hB	2 dB	0 eB	0 dB	0 eB	0 fB	0 dB
E23	0 dA	1 fA	4 gA	1 hA	1 eA	2 eA	1 cA	1 eA	2 eA	1 dA
E24	0 dB	2 eB	5 gA	1 hB	3 dA	0 eB	0 dB	1 eB	1 eB	1 dB
E25	0 dE	16 cB	11 eC	35 cA	10 cC	3 dD	1 cE	5 dD	0 fE	10 bC
E26	3 cA	3 eA	5 gA	0 hB	2 dB	1 eB	2 cB	1 eB	2 eB	0 dB
E27	0 dA	1 fA	0 hA	2 gA	0 eA	0 eA	0 dA	0 eA	0 fA	0 dA
E28	0 dA	0 fA	1 hB	0 hA	0 eA	0 eA	0 dA	1 eA	2 eA	2 cA
E29	0 dB	0 fB	2 hB	6 fA	2 dB	0 eB	0 dB	5 dA	0 fB	1 dB
E30	0 dE	2 eD	13 dA	4 gD	10 cB	0 eE	0 dE	7 dC	1 eE	3 cD

Ambientes (E) segundo o esquema proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74I77 RSF IPRO (4), DM 75I76 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), Sousa e Marcos Filho (2001) o tegumento das sementes são os principais absorvedores de água e quando submetidos a diferentes condições de temperatura, tempo e embalagens de armazenamento inferem na variação dos teores de água, no processo respiratório, nas atividades metabólicas e na germinação das sementes. O teor de água e a temperatura influenciam na atividade respiratória das sementes armazenadas

e seus efeitos nos processos de deterioração, fator que se torna mais evidente com o aumento do tempo de armazenamento em que as condições desfavoráveis se tornam mais evidentes com maiores reduções da viabilidade das sementes (Figura 8). As embalagens com revestimento interno favoreceram a manutenção da qualidade das sementes reduzindo os danos por umidade das sementes de soja a partir dos 270 dias, nos ambientes de armazenamento com temperatura ambiente e a 15 °C, quando comparado à mesma cultivar, tempo de armazenamento e embalagens sem revestimento interno (Figura 8).

A melhor temperatura de armazenamento foi a 10 °C por amenizar os danos por umidade durante o armazenamento, enquanto que, a 15°C o resultado foi intermediário e a temperatura ambiente foi a pior condição para a manutenção da qualidade das sementes de soja, pois aumentaram muito o percentual de danos para a mesma cultivar, tipo de revestimento e tempo de armazenamento, a partir dos 270 dias de armazenamento (Figura 8).

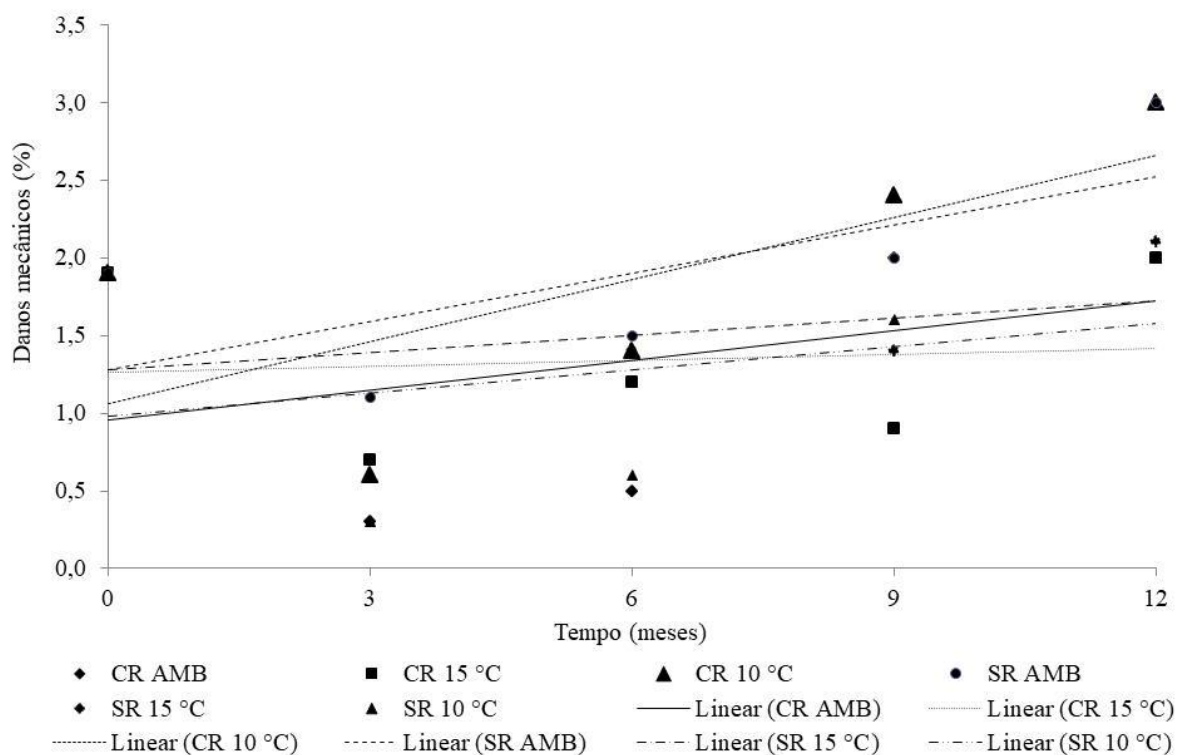


Figura 8. Teste de danos mecânicos por umidade de sementes de soja armazenadas em diferentes ambientes ao longo do tempo.

Forti et al. (2010) observaram através dos testes de germinação e vigor, que o ambiente de armazenamento não controlado ocasionou maior redução do potencial fisiológico nas sementes de soja, em comparação com a câmara seca (50% UR e 20 °C) e câmara fria (90% UR e 10 °C). Segundo Neve et al. (2016) as sementes de soja armazenadas por 180 dias em

armazém não climatizado apresentam perda de vigor e viabilidade. Por outro lado, Ferreira et al. (2017), as sementes de soja armazenadas por 225 dias em ambiente climatizado a 20 °C obtiveram os melhores resultados para a conservação do vigor e viabilidade quando comparado ao armazenamento em ambiente não climatizado de acordo com o teste de tetrazólio. Na temperatura de armazenamento a 10 °C observou-se os melhores resultados para manutenção do percentual de vigor durante o armazenamento, entretanto, na temperatura de 15 °C teve-se resultados intermediários a partir dos 270 dias e na temperatura ambiente verificou-se a pior situação, quando comparado a mesma cultivar, tipo de revestimento e tempo de armazenamento (Tabela 10).

O revestimento interno contribuiu para reduzir o progresso da deterioração, proporcionando manutenção do percentual de vigor, apenas nos ambientes de armazenamento com temperatura ambiente a partir dos 270 dias, para uma mesma cultivar e tempo de armazenamento (Tabela 10). O armazenamento refrigerado preservou a qualidade fisiológica da semente de soja. Ferreira et al. (2017) obteve melhores resultados para o vigor das sementes de soja sob armazenamento resfriado a 20 °C em relação as semente não resfriadas ou resfriadas a 17 °C e mantidas em ambientes não refrigerados nos 225 dias de armazenamento.

Tabela 10. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja sobre o teste de vigor (%) obtido pela análise do teste de tetrazólio

Ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	89 cA	83 cA	75 bB	63 fC	85 bA	81 cB	87 bA	58 eC	77 cB	85 cA
E2	91 cA	70 eC	29 gD	86 cB	70 cC	92 aA	83 cB	76 cC	73 dC	86 cB
E3	92 bA	90 bA	57 dD	86 cB	64 dC	90 bA	95 aA	81 bB	84 bB	87 cB
E4	68 fB	55 fD	29 gE	84 cA	61 dC	85 cA	82 cA	50 fD	66 eB	86 cA
E5	52 gC	20 gE	16 hE	34 gD	33 eD	71 eA	61 eB	5 gF	31 gD	35 hD
E6	89 cA	83 cA	75 bB	63 fC	85 bA	81 cB	87 bA	58 eC	77 cB	85 cA
E7	94 bA	91 bA	62 cC	87 cA	92 aA	92 aA	90 bA	61 dC	69 dB	95 aA
E8	86 cB	95 aA	55 dD	86 cB	93 aA	94 aA	93 aA	91 aA	64 eC	90 bA
E9	86 cA	86 cA	56 dD	92 bA	86 bA	84 cA	89 bA	64 dC	74 dB	86 cA
E10	91 cB	80 cC	74 bC	72 eD	96 aA	75 dC	78 dC	66 dE	79 cC	89 bB
E11	89 cA	83 cA	75 bB	63 fC	85 bA	81 cB	87 bA	58 eC	77 cB	85 cA
E12	83 dA	76 dB	52 dD	90 bA	68 cC	87 bA	73 dB	54 fD	64 eC	88 cA
E13	98 aA	83 cC	74 bD	97 aA	86 bC	93 aB	99 aA	96 aA	84 bC	91 bB
E14	82 dC	98 aA	59 dE	74 eD	85 bC	90 bB	84 cC	74 cD	82 bC	77 dD
E15	98 aA	88 cB	58 dD	79 dC	86 bB	88 bB	82 cC	91 aA	86 bB	94 aA
E16	89 cA	83 cA	75 bB	63 fC	85 bA	81 cB	87 bA	58 eC	77 cB	85 cA
E17	93 bA	87 cB	44 fF	78 dC	73 cD	88 bB	83 cC	54 fE	74 dD	97 aA
E18	86 cC	85 cC	42 fE	98 aA	74 cD	84 cC	75 dD	82 bC	90 aB	96 aA
E19	74 eB	68 eC	43 fE	84 cA	75 cB	76 dB	76 dB	60 eD	42 fE	72 eB
E20	28 hB	0 hD	1 iD	13 hC	1 fD	13 fC	13 fC	0 gD	0 hD	53 gA
E21	89 cA	83 cA	75 bB	63 fC	85 bA	81 cB	87 bA	58 eC	77 cB	85 cA
E22	77 dC	69 eD	76 bC	81 dB	81 bB	88 bA	88 bA	82 bB	74 cC	87 cA
E23	92 bA	88 cA	87 aA	91 bA	89 aA	96 aA	79 dB	73 cC	62 eD	89 bA
E24	80 dB	81 cB	49 eE	91 bA	74 cC	83 cB	80 dB	67 dD	76 cC	80 dB
E25	93 bA	74 dC	64 cD	63 fD	70 cC	84 cB	86 bB	75 cC	80 cB	67 fD
E26	89 cA	83 cA	75 bB	63 fC	85 bA	81 cB	87 bA	58 eC	77 cB	85 cA
E27	85 cB	67 eC	40 fE	62 fD	71 cC	66 eC	92 aA	62 dD	65 eD	94 aA
E28	98 aA	97 aA	75 bC	97 aA	92 aB	94 aB	96 aA	80 bC	90 aB	93 aB
E29	87 cA	87 cA	58 dD	76 eB	80 bB	81 cB	83 cB	71 cC	73 dC	81 dB
E30	92 bA	85 cB	59 dC	86 cB	63 dC	89 bA	88 bA	80 bB	83 bB	91 bA

Ambientes (E) segundo o esquema proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74177 RSF IPRO (4), DM 75176 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

Zuchi et al. (2013) verificou que durante 120 dias de armazenamento de sementes de soja não houve diferença significativa para o vigor e a viabilidade, de acordo com o teste de tetrazólio em lotes refrigerados e não refrigerados. A refrigeração em ambiente climatizado favoreceu a manutenção do percentual de vigor das sementes de soja, sendo que a diferença é mais nítida após 180 dias de armazenamento (Figura 9). Observou-se que o percentual de

vigor das sementes obtido pelo teste de tetrazólio nos ambientes de armazenamento em temperatura ambiente apresentaram maiores reduções quando comparado com os ambientes de armazenamento em temperaturas de 10 °C e 15 °C na mesma cultivar, tipo de revestimento e tempo de armazenamento, a partir dos 180 dias de armazenamento (Figura 9). As embalagens com revestimento interno favoreceram a manutenção do percentual de vigor das sementes armazenadas em ambientes de temperatura ambiente a partir dos 270 dias, em mesma cultivar e tempo de armazenamento, porem esse efeito não foi observado em ambientes de temperatura a 10°C e 15°C (Figura 9).

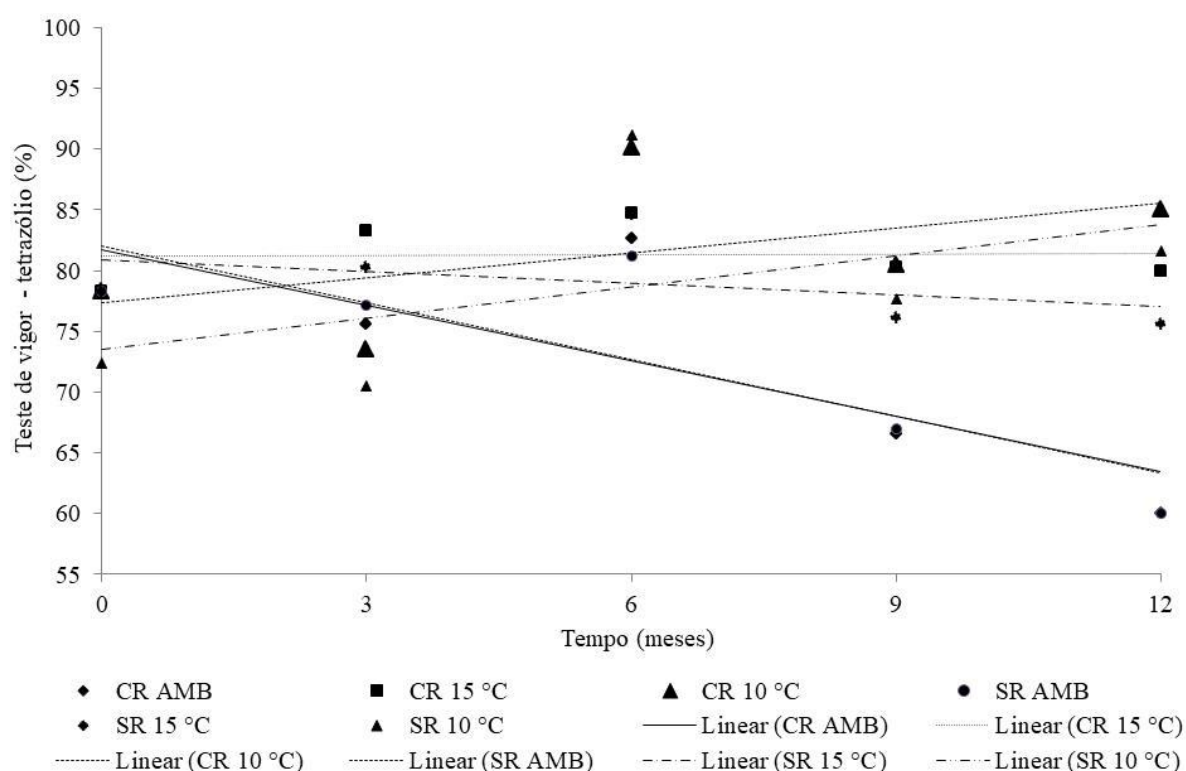


Figura 9. Vigor das sementes de soja obtido pelo teste de tetrazólio no armazenamento em diferentes ambientes ao longo do tempo.

Os resultados do teste de tetrazólio para avaliação do percentual de viabilidade nos ambientes de armazenamento de sementes de soja apresentaram comportamento semelhantes aos resultados obtidos nas avaliações realizadas de germinação, vigor e danos por umidade (Tabela 11). Segundo Cunha et al. (2009), as sementes de soja perdem sua viabilidade após 180 dias de armazenamento em condições tropicais, mas no resfriamento artificial podem manter a qualidade fisiológica das sementes de soja durante 360 dias de armazenamento. Demito e Afonso (2009) verificaram que as sementes resfriadas artificialmente de 15 a 12 °C

mantiveram o poder germinativo durante 140 dias de armazenamento. O resfriamento manteve a qualidade fisiológica sementes por um maior tempo no armazenamento.

Os melhores resultados quanto a viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio foram verificados no armazenamento das sementes na temperatura a 10 °C e 15 °C até os 360 dias, enquanto que, na condição de armazenamento na temperatura ambiente tiveram baixa viabilidade, a partir dos 270 dias de armazenamento quando comparado a mesma cultivar, tipo de revestimento e tempo de armazenamento (Tabela 11). O revestimento interno contribuiu para reduzir o progresso da deterioração, proporcionando manutenção do percentual de viabilidade das sementes, apenas nos ambientes de armazenamento com temperatura ambiente, a partir dos 270 dias, na mesma cultivar e tempo de armazenamento (Tabela 11).

Tabela 11. Desdobramento da interação entre ambientes de armazenamento e cultivares de sementes de soja sobre o teste de viabilidade (%) obtido pela análise do teste de tetrazólio

Ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1	93 bA	95 bA	85 cB	91 bA	94 bA	93 bA	93 bA	91 cA	88 cB	91 bA
E2	95 bB	93 bB	87 cC	98 aA	96 aB	100 aA	95 bB	90 cC	83 dD	94 aB
E3	97 aB	94 bB	94 aB	99 aA	96 aB	100 aA	95 bB	99 aA	86 cC	96 aB
E4	85 cB	85 dB	87 cB	97 aA	95 bA	99 aA	94 bA	98 aA	82 dB	96 aA
E5	84 cA	64 fC	40 fF	34 fG	62 eC	81 cA	75 eB	46 dE	63 eC	58 cD
E6	93 bA	95 bA	85 cB	91 bA	94 bA	93 bA	93 bA	91 cA	88 cB	91 bA
E7	99 aA	94 bA	85 cB	96 aA	93 bA	96 bA	95 bA	95 bA	81 dC	95 aA
E8	96 bA	99 aA	79 dC	97 aA	97 aA	97 aA	96 bA	98 aA	86 cB	100 aA
E9	98 aA	99 aA	89 bC	99 aA	95 bB	98 aA	96 bB	94 bB	89 cC	95 aB
E10	97 aA	89 cC	88 bC	81 cE	100 aA	91 bC	85 dD	88 cC	87 cC	94 aB
E11	93 bA	95 bA	85 cB	91 bA	94 bA	93 bA	93 bA	91 cA	88 cB	91 bA
E12	98 aA	97 aA	90 bB	97 aA	95 bA	95 bA	94 bA	87 cB	94 bA	95 aA
E13	99 aA	97 aA	94 aB	97 aA	96 aA	100 aA	99 aA	97 aA	91 bB	91 bB
E14	98 aA	100 aA	86 cC	96 aA	95 bA	98 aA	93 bB	97 aA	92 bB	96 aA
E15	99 aA	100 aA	76 eD	89 bC	94 bB	95 bB	91 cC	98 aA	89 cC	96 aB
E16	93 bA	95 bA	85 cB	91 bA	94 bA	93 bA	93 bA	91 cA	88 cB	91 bA
E17	96 bA	96 bA	82 dD	94 aA	96 aA	95 bA	91 cB	90 cB	86 cC	99 aA
E18	98 aA	96 bA	88 bC	98 aA	97 aA	99 aA	91 cB	94 bB	93 bB	96 aA
E19	96 bA	92 bB	87 cC	95 aB	96 aA	99 aA	86 dC	98 aA	93 bB	94 aB
E20	66 dB	15 gG	13 gG	58 eC	24 fF	64 dB	50 fD	23 eF	28 fE	86 bA
E21	93 bA	95 bA	85 cB	91 bA	94 bA	93 bA	93 bA	91 cA	88 cB	91 bA
E22	96 bA	95 bA	86 cB	96 aA	92 bA	93 bA	100 aA	96 bA	83 dB	96 aA
E23	99 aA	97 aA	94 aA	97 aA	95 bA	98 aA	89 cB	97 aA	90 bB	95 aA
E24	96 bA	94 bA	86 cB	96 aA	94 bA	99 aA	93 bA	96 bA	88 cB	96 aA
E25	99 aA	79 eD	88 bC	64 dE	87 cC	95 bB	91 cC	95 bB	98 aA	89 bC
E26	93 bA	95 bA	85 cB	91 bA	94 bA	93 bA	93 bA	91 cA	88 cB	91 bA
E27	94 bB	93 bB	88 bC	94 aB	95 bA	98 aA	96 bA	99 aA	92 bB	97 aA
E28	99 aA	98 aA	91 bB	98 aA	99 aA	100 aA	99 aA	97 aA	94 bB	97 aA
E29	99 aA	99 aA	91 bB	93 bB	93 bB	99 aA	93 bB	94 bB	90 bB	96 aA
E30	100 aA	95 bB	81 dD	95 aB	80 dD	97 aA	94 bB	93 cB	89 cC	95 aB

Ambientes (E) segundo o esqumma proposto pela Tabela 2. Cultivares: CD 2737 RR (1), BMX FLECHA 6266 RSF (2), NS 7209 IPRO (3), BMX FOCO 74I77 RSF IPRO (4), DM 75I76 RSF IPRO (5), ST 797 IPRO (6), BMX DESAFIO 8473 RSF (7), BMX BÔNUS 8579 RSF IPRO (8), M7110 IPRO (9) e M-SOY 8866 (10). Médias seguidas por letras minúsculas na mesma coluna e por letras maiúsculas na linha de acordo com o teste Scott Knott a 5%.

Observou-se que a viabilidade das sementes obtido pelo teste de tetrazólio nos ambientes de armazenamento em temperatura ambiente apresentaram maiores reduções quando comparado com os ambientes de armazenamento em temperaturas de 10 °C e 15 °C, na mesma cultivar, tipo de revestimento e tempo de armazenamento, a partir dos 270 dias de armazenamento (Figura 9). O processamento de sementes é essencial para a eficiência do

processo de produção. Entretanto, devido ao arranjo morfológico das sementes de soja que fornece pouca proteção ao eixo embrionário, por se localizar em um tegumento pouco espesso (LOPES et al., 2011), as sementes se tornam mais suscetíveis a danos mecânicos que é considerada uma causa importante da diminuição da qualidade das sementes. O uso de sementes de soja com altos padrões de qualidade física, genética, fisiológica e sanitária tem sido a grande diferença no estabelecimento bem-sucedido da cultura no campo (SILVA et al., 2011). Pois os danos mecânicos causam sérios danos à qualidade da semente de soja, sendo que podem influenciar negativamente na viabilidade e vigor das sementes durante o armazenamento (DEPIERI e PANIZZI, 2011; MARYAM e OSKOUIE, 2011; SILVA et al., 2011). As embalagens com revestimento interno favoreceram a manutenção do percentual de viabilidade das sementes armazenadas em ambientes de temperatura ambiente a partir dos 270 dias, na mesma cultivar e tempo de armazenamento, porém esse efeito não foi observado em ambientes de temperatura a 10 °C e 15 °C (Figura 9).

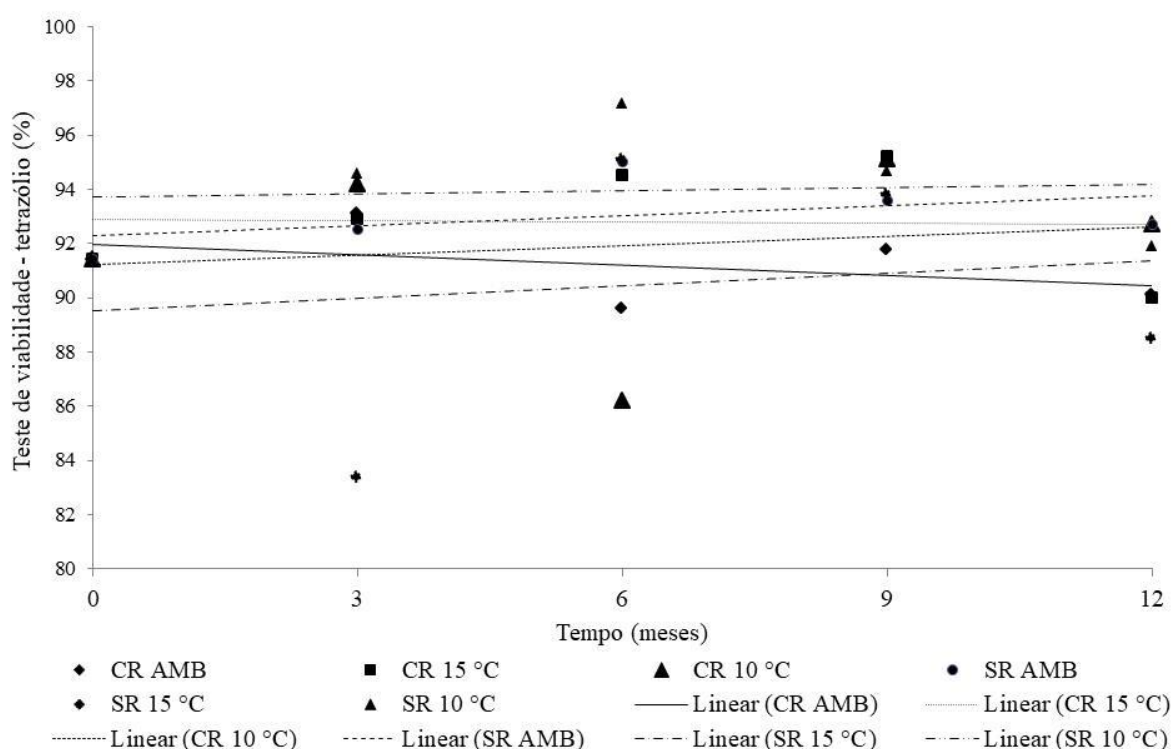


Figura 10. Viabilidade das sementes de soja obtido pelo teste de tetrazólio no armazenamento em diferentes ambientes ao longo do tempo.

Na Tabela 12, estão as equações de regressão linear e os coeficientes de determinação obtidas nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Os resultados dos coeficientes de determinação foram parcialmente satisfatórios, variando de 60,13 à 98,98%.

Tabela 12. Equações de regressão e coeficientes de determinação

Análises	Revestimentos	Ambientes	Equações	R ²
Teor de água	CR	Ambiente	$y = -0,3171x + 11,617$	88,15
	CR	15 °C	$y = -0,8189x + 12,69$	92,12
	CR	10 °C	$y = -0,557x + 12,252$	92,15
	SR	Ambiente	$y = 0,041x + 10,532$	78,13
	SR	15 °C	$y = -1,1029x + 12,486$	85,15
	SR	10 °C	$y = -0,4704x + 12,261$	78,13
Massa específica aparente	CR	Ambiente	$y = -1,061x + 672,73$	60,13
	CR	15 °C	$y = -5,4076x + 701,2$	69,14
	CR	10 °C	$y = -6,0881x + 702,52$	71,13
	SR	Ambiente	$y = -7,084x + 707,62$	78,16
	SR	15 °C	$y = -4,8283x + 697,84$	72,68
	SR	10 °C	$y = -6,096x + 702,12$	75,43
Germinação	CR	Ambiente	$y = -9,03x + 108,7$	83,32
	CR	15 °C	$y = -0,71x + 94,16$	86,73
	CR	10 °C	$y = 0,03x + 93,85$	98,13
	SR	Ambiente	$y = -11,205x + 113,88$	82,14
	SR	15 °C	$y = -0,08x + 90,41$	76,20
	SR	10 °C	$y = 0,3x + 93,34$	84,54
Condutividade elétrica	CR	Ambiente	$y = 20,215x + 61,378$	90,21
	CR	15 °C	$y = 6,1505x + 81,874$	78,92
	CR	10 °C	$y = 2,8927x + 84,083$	88,76
	SR	Ambiente	$y = 31,346x + 38,801$	79,54
	SR	15 °C	$y = 10,52x + 73,576$	88,68
	SR	10 °C	$y = 2,6684x + 85,218$	92,58
Vigor	CR	Ambiente	$y = -14,065x + 108,37$	83,76
	CR	15 °C	$y = -1,515x + 85,415$	88,74
	CR	10 °C	$y = -0,395x + 85,855$	91,45
	SR	Ambiente	$y = -16,61x + 114,68$	79,42
	SR	15 °C	$y = -6,27x + 95,6$	88,93
	SR	10 °C	$y = -0,41x + 87,2$	92,14
Danos mecânicos	CR	Ambiente	$y = 0,942x - 0,494$	96,45
	CR	15 °C	$y = 0,84x - 0,38$	93,65
	CR	10 °C	$y = 0,64x + 0,18$	97,89
	SR	Ambiente	$y = 0,83x - 0,07$	91,78
	SR	15 °C	$y = 1,51x - 1,63$	94,56
	SR	10 °C	$y = 0,55x + 0,03$	95,67
Danos mecânicos teste de vigor	CR	Ambiente	$y = -9,4x + 95,98$	92,35
	CR	15 °C	$y = 0,04x + 81,2$	93,21

	CR	10 °C	$y = 2,04x + 75,36$	96,78
	SR	Ambiente	$y = -14,23x + 105,85$	97,89
	SR	15 °C	$y = -0,96x + 81,86$	98,98
	SR	10 °C	$y = 2,56x + 71$	94,61
Danos mecânicos teste de viabilidade	CR	Ambiente	$y = -6,27x + 104,13$	96,54
	CR	15 °C	$y = -0,05x + 92,95$	96,79
	CR	10 °C	$y = 0,35x + 90,87$	97,32
	SR	Ambiente	$y = -9,63x + 111,93$	98,69
	SR	15 °C	$y = 0,46x + 89,06$	95,71
	SR	10 °C	$y = 0,11x + 93,63$	97,48

Nas análises de agrupamento, valores próximos ao vermelho indicaram maiores médias e próximos ao azul menores médias para as variáveis de germinação, teor de água e massa específica nos ambientes (Figura 11) ou nas cultivares (Figura 12). Dessa forma, observa-se na Figura 11 que o grupo formado pelos ambientes E5 e E20 proporcionou os menores valores de germinação e valores intermediários de teor de água e massa específica. Esses resultados foram confirmados pela análise de componentes principais (Figura 13) em que tais ambientes foram dispostos no cluster 3.

O armazenamento de sementes em temperatura ambiente apresentou maior deterioração, quando comparados com ambientes resfriados em mesma cultivar, tipo de revestimento e tempo de armazenamento. Os ambientes E5 (temperatura ambiente, com revestimento e 360 dias) e E20 (temperatura ambiente, sem revestimento e 360 dias) se destacaram com os piores resultados de qualidade fisiológica (Figura 11).

Segundo Zuffo et al. (2017), quanto maior o tempo de armazenamento menor foi a qualidade das sementes. O armazenista só pode amenizar o processo de deterioração manejando as condições de armazenamento. As sementes de soja armazenadas em ambiente não climatizado por 240 dias, expressaram redução no teor de água, germinação, massa seca total, condutividade elétrica vigor e viabilidade do tetrazólio.

Virgolino et al. (2016) observou que o resfriamento artificial, a temperatura ambiente e os tipos diferentes de embalagens tiveram efeitos semelhantes na qualidade fisiológica das sementes, porém as embalagens “big bags” foram mais eficientes na manutenção do teor de água das sementes resfriadas, embora não tenham sido identificados efeitos diretos do resfriamento na germinação e nem no vigor das sementes de soja.

A utilização de embalagens com revestimento foi benéfico para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja no armazenamento, no entanto, seu efeito foi

significativo apenas em ambientes de temperatura ambiente, para a mesma cultivar, tipo de revestimento e tempo de armazenamento (Figura 11). Dentre os ambientes de armazenamento alocados no grupo 2 (Figura 11), as quais são E1, E6, E11, E16, E21 e E26, destaca-se por proporcionar as maiores médias de germinação, teor de água e massa específica. Esses ambientes também foram alocados no grupo 2 da análise de componentes principais (Figura 13), confirmando sua similaridade em proporcionar as maiores médias para as cultivares de soja utilizadas e correspondem as condições iniciais de armazenamento (Tempo 0).

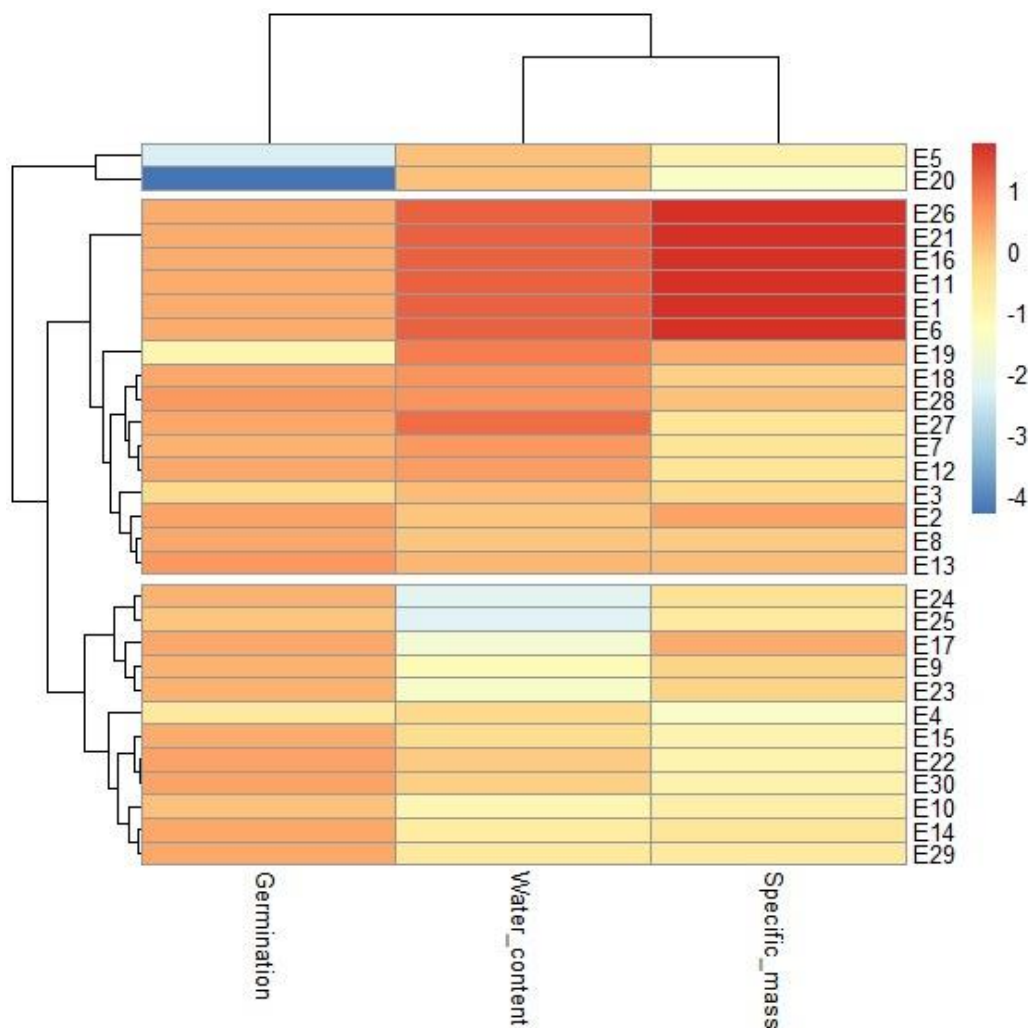


Figura 11. Análise de agrupamento para avaliação das melhores condições e tempo de armazenamento sobre os efeitos físicos de qualidade das cultivares das sementes de soja.

A análise de agrupamento (Figura 12) e de componentes principais (Figura 14) aplicada as cultivares de soja foram 100% concordantes quanto à formação dos grupos. As cultivares M-SOY8866, M7110IPRO, CD 2737 RR e BMX DESAFIO 8473 RSF foram alocadas no grupo e se destacaram por obter os maiores valores de massa específica aparente e germinação, além de menores valores para o teor de água. As demais cultivares foram

alocadas no grupo 2. Marcos Filho (2001) afirmou que a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar são os principais fatores que atuam na manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento. As sementes armazenadas sob alta temperatura e teor de água apresentam taxas respiratórias elevadas, o que agrava a deterioração, agilizando o consumo de reservas, gerando desgaste fisiológico que diminui as taxas de germinação e o vigor das sementes (ULLMANN et al., 2016).

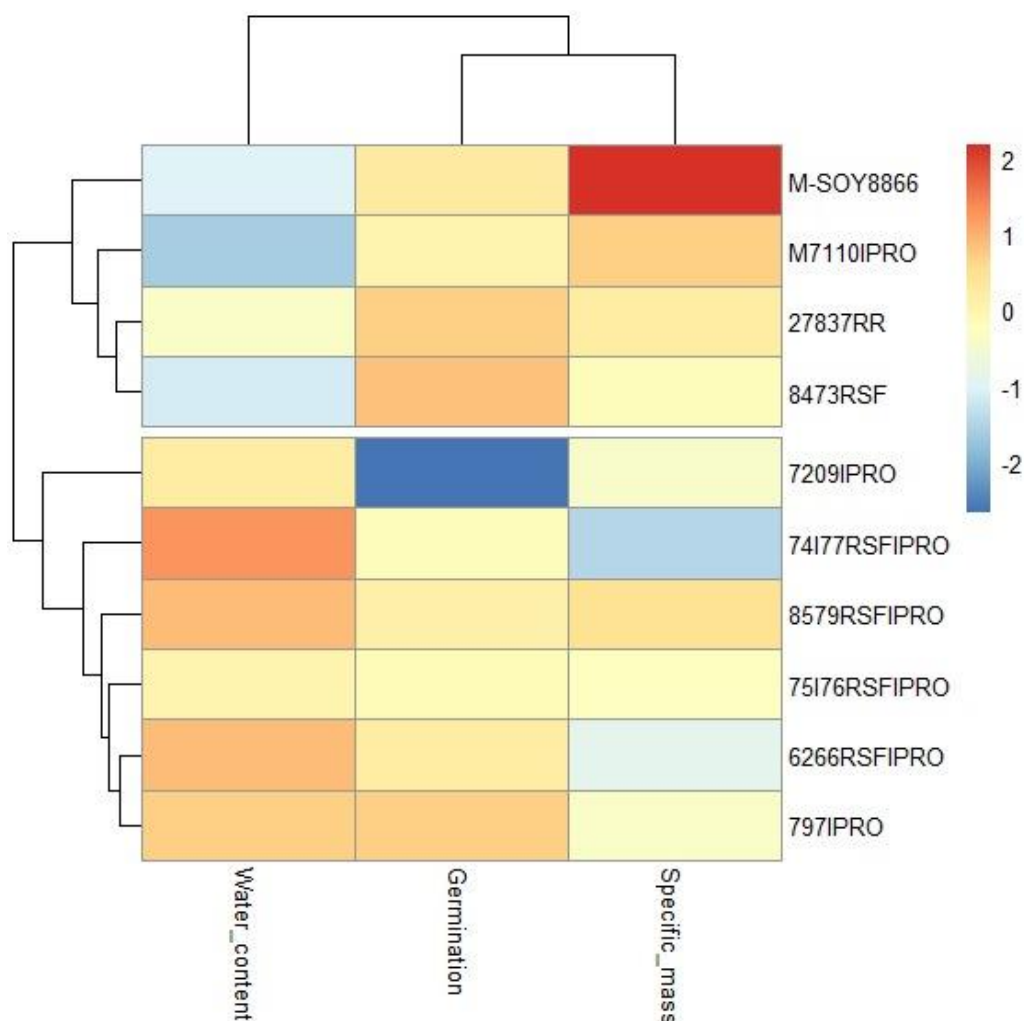


Figura 12. Análise de agrupamento das cultivares de sementes de soja sobre os efeitos das condições e tempo de armazenamento nas avaliações físicas de qualidade.

No agrupamento dos ambientes de armazenamento na avaliação da qualidade fisiológica das cultivares de sementes de soja verificou-se os melhores resultados nos ambientes E1, E6, E11, E16 e E21, E26 que representam o tempo zero de armazenamento (Figura 13). Os piores resultados dos ambientes de armazenamento foram E5 e E20, as quais representam, respectivamente, 360 dias de armazenamento para temperatura ambiente com revestimento e

temperatura ambiente sem revestimento, indicando que o maior tempo de armazenamento e a temperatura ambiente foram os fatores mais prejudiciais para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja (Figura 13).

O desempenho de cultivares de soja no armazenamento pode divergir em alguns fatores devido à diversidade genética, no entanto, as condições de armazenamento podem conservar a qualidade fisiológica (Figura 13). Rosa et al. (2017) observou que a qualidade fisiológica de sementes foi superior no armazenamento em câmara fria em relação ao armazenamento em condição de ambiente, sendo que os lotes das cultivares FPS Júpiter, FPS Urano, FPS Antares, FPS Netuno e CD 250 apresentaram alta germinação e vigor, havendo variações para os resultados de germinação, índice de velocidade de germinação, primeira contagem do teste de germinação e condutividade elétrica. Demito e Afonso (2009) observaram que a qualidade fisiológica das sementes de soja resfriadas artificialmente foi mantida por 140 dias de armazenamento, com uma porcentagem de germinação maior que as não resfriadas.

A estabilidade térmica das sementes em ambientes com temperatura de 10 °C e 15 °C durante o armazenamento apresentou resultados similares (Figura 13). Segundo Villela e Menezes (2009); Cardoso et al. (2012) os principais objetivos do armazenamento são preservar a viabilidade e o vigor das sementes de uma colheita para outra e reduzir a velocidade de deterioração, segundo os autores a associação entre a temperatura e umidade influenciam na longevidade das sementes durante o armazenamento e que nesta etapa, para cada diminuição de 5,5 °C na temperatura a longevidade poderá dobrar, permitindo também uma redução no consumo de substâncias reservadas de sementes por patógenos ou por seu próprio processo respiratório.

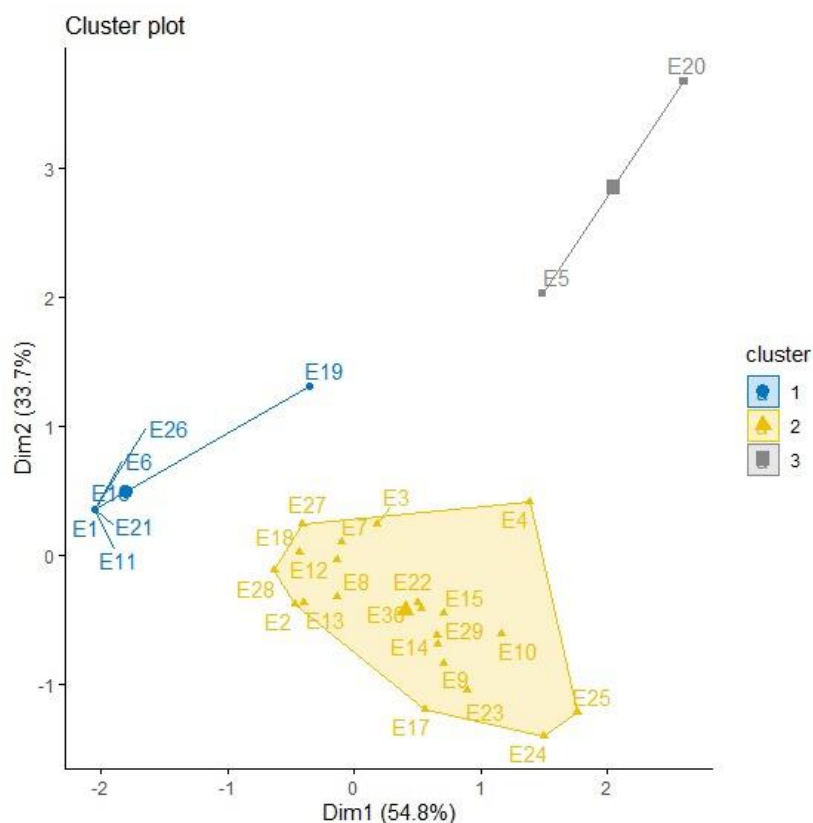


Figura 13. Agrupamento dos ambientes de armazenamento para a fisiológica das cultivares de sementes de soja.

O armazenamento de lotes de sementes de soja apresentou diferentes resultados, porém dependendo das cultivares essa diferença pode ser observada ao longo do tempo de armazenamento. Da mesma forma, Alencar et al. (2009) relataram aumento da deterioração das sementes de soja por combinações de alta temperatura e altos níveis de água. Outro fator que influencia a qualidade fisiológica das sementes é a diversidade genética. As cultivares foram submetidas a diferentes condições de temperatura e embalagens durante 360 dias de armazenamento e apesar de apresentaram respostas similares às condições desfavoráveis, devido a suas características específicas, as sementes de soja das cultivares M-SOY 8866, M7110 IPRO, CD 2737 RR e BMX DESAFIO 8473 RSF apresentaram os melhores resultados nos testes de qualidade fisiológica realizados em diferentes ambientes de armazenamento (Figura 14).

Carvalho et al. (2014) relataram que pesquisas atuais visam selecionar genótipos de soja cujas sementes possuem maior capacidade de armazenamento, poucos relatos são encontrados sobre o efeito da diversidade genética na qualidade fisiológica das sementes de soja na pós-colheita. Mengarda et al. (2015), testando genótipos parentais, identificaram alguns com

maior desempenho para a qualidade das sementes. Pessoa et al. (2015) também encontrou dissimilaridade em relação à qualidade fisiológica em sementes. A identificação dos padrões de comportamento das diferentes cultivares em ambientes de armazenamento favoreceu a melhor compreensão dos ambientes mais apropriados para o armazenamento (Figura 14).

Com os resultados obtidos foi possível observar que a características genéticas das cultivares e efeitos ambientais durante as etapas de armazenamento influenciam na viabilidade das sementes (Figura 14). Segundo Cunha et al. (2009), Terasawa et al. (2009), Gris et al. (2010) as sementes submetidas as condições desfavoráveis apresentaram danos fisiológicos que prejudicaram o desempenho e a qualidade do lote de sementes em diferentes níveis de intensidade, devido aos fatores genéticos e intrínsecos de cada cultivar.

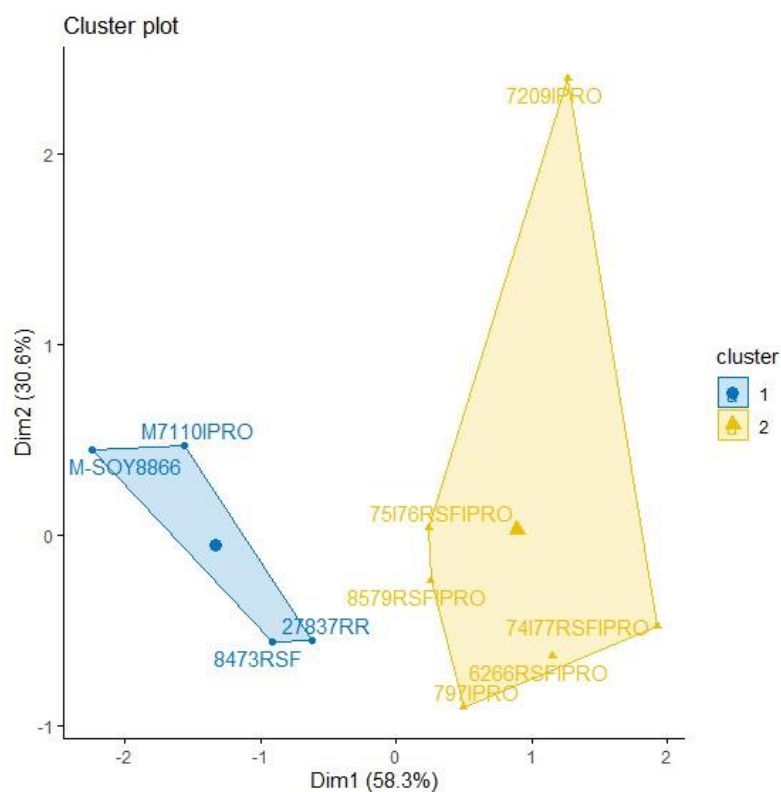


Figura 14. Agrupamento das cultivares de sementes de soja quanto à qualidade física e fisiológica nos diferentes ambientes de armazenamento.

CONCLUSÕES

As sementes de soja das cultivares M-SOY 8866, M7110 IPRO, CD 2737 RR e BMX DESAFIO 8473 RSF tiveram melhor resposta nos testes de qualidade fisiológica em diferentes ambientes de armazenamento.

O tempo de armazenamento apresentou um efeito acumulativo em relação aos fatores negativos que favorecem a deterioração da qualidade das sementes armazenadas.

A temperatura de armazenamento foi o principal fator de redução da qualidade fisiológica das sementes armazenadas. As condições de armazenamento em temperatura ambiente apresentaram os piores resultados para a qualidade fisiológica das sementes, principalmente no último mês de armazenamento.

A utilização de embalagens com revestimento é benéfico para manutenção da qualidade fisiológica das sementes de soja no armazenamento, porém seu efeito é maior nas condições de temperatura ambiente do que em ambiente resfriado.

O melhor ambiente de armazenamento para a conservação da qualidade fisiológica das sementes foi a 10 °C com revestimento e o pior foi na temperatura ambiente sem revestimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico), FAPERGS-RS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Apoio da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e aportes de recursos, incluindo laboratórios, para a realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO JÚNIOR, P. C. et al. Atividade de água, crescimento microbiológico e perda de matéria seca dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.17-24, 2003.
- ALCÂNTARA, A. S. et al. Quality monitoring of soybean seed tests using Statistical Process Control. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 10, p. 689-695, 2018.
- ALENCAR, E. R. et al. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n.5, p.606-613, 2009.
- BESSA, J. FV. et al. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I-Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 224-230, 2015.
- BERBERT, P. A. et al. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. **Viçosa: Aprenda Fácil**, p. 63-107, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CAMILO, G. L. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento após revestimento com agroquímicos. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 2, p. 180-189, 2017.
- CARDOSO, R. B. et al. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.
- CARVALHO, E. R. et al. Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 129-139, 2016.
- CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 967-976, 2014.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CONCEIÇÃO, G. M. et al. Physiological and sanitary quality of soybean seeds under different chemical treatments during storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 20, n. 11, p. 1020-1024, 2016.

CORADI, P. C.; LEMES, A. F. C. Experimental prototype of silo-dryer-aerator of grains using Computational Fluid Dynamics (CFD) system. **Acta Scientiarum. Technology (online)**, v. 41, p. 36949, 2019a.

CORADI, P. C. et al. Analysis of the physical quality of genetically modified and conventional maize grains in the drying and wetting processes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, p. 370-377, 2019b.

CUNHA, J. P. A. R. da. et al. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. *Ciência Rural*, v.39, p.1420-1425, 2009.

DEMITO, A. et al. Quality of artificially cooled soybeans seeds. **Engenharia na Agricultura**, v. 17, n. 1, p. 7-14, 2009.

DEPIERI, R. A. et al. Área do dano causado pelo percevejo marrom em sementes de soja com diferentes porcentagens de lignina. In: **Embrapa Soja-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 21, n. 2, ago. 2011.

DOS SANTOS, M. P. et al. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na microregião de ceres-go. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 8, n. 3, p. 41-49, 2016.

FERREIRA, F. C. et al. Cooling of soybean seeds and physiological quality during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 385-392, 2017.

FORTI, V. A. et al. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. Determinação da qualidade fisiológica dos grãos de soja colhidos na safra 2015/16. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Londrina, REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 36, p. 249-251, 2017.

FRANÇA NETO, J. B. "**Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes.**" *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-7.

GRIS, C. F. et al. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 374-381, 2010.

HARTMANN FILHO, C. P. et al. The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 287-295, 2016.

JUVINO, A. N. K. et al. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, Campina Grande, v. 18, n. 8, p.844-850, 2014.

KONG, F. et al. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of food science**, v. 73, n. 3, p. 134-144, 2008.

LOPES, M. M. et al. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 230-238, 2011.

MARCOS FILHO, J. et al. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 2, p. 421-426, 2001.

MARYAM, D. et al. Study the effect of mechanical damage at processing on soybean seed germination and vigor. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 6, n. 7, p. 60-64, 2011.

MBOFUNG, G. C. Y. et al. Effects of storage temperature and relative humidity on viability and vigor of treated soybean seeds. **Crop Science**, v. 53, n. 3, p. 1086-1095, 2013.

MENGARDA, L. H. G. et al. Desempenho de genótipos de mamoeiro quanto à qualidade física e fisiológica de sementes e análises de diversidade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 719-729, 2015.

NEVE, J. M. et al. Quality of soybean seeds with high mechanical damage index after processing and storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 11, p. 1025-1030, 2016.

PARAGINSKI, R. T. et al. Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p.358-363, 2015.

ROCHA, G. C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas- Physiological quality of treated and stored soybean seeds. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 4, n. 1, p. 50-65, 2017.

ROSA, D. M. et al. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 221-230, 2017.

SANTOS, J. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja produzidas no município de Frederico Westphalen/RS. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, v. 1, n. 1, p.1-14, 2016.

SARATH, K. L. L. et al. Physiological potential of peanut seeds submitted to drying and storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 233-240, 2016.

SILVA, F. M. L. et al. Atividade residual de 2, 4-D sobre a emergência de soja em solos com texturas distintas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.

SMANIOTTO, T. A. S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SMANIOTTO, T. A. S. et al. Isotermas e calor latente de dessorção dos grãos de milho da cultivar AG 7088. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Minas Gerais, v.11, n.3, p. 312-322, 2012.

SOUZA, F. H. D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.4. p.365-375, 2001.

TERASAWA, J. M. et al. Harvest anticipation on the physiological quality of soybean seeds. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

ULLMANN, R. et al. Higroscopicidade das sementes de sorgo-sacarino. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.36, n.3, p.515-524, 2016.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Seed News**, Pelotas, v. 13, n. 4, p. 22-25, 2009.

VIRGOLINO, Z. Z. et al. Physiological quality of soybean seeds artificially cooled and stored in different packages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 5, p. 473-480, 2016.

ZUCARELI, C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 8, p.803-809, 2015.

ZUFFO, A. M. et al. Physiological and sanitary quality of soybean seeds harvested at different periods and submitted to storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 3, p. 312-320, 2017.

ZUCHI, J. et al. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 353-360, 2013.