

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Guilherme Abreu Coelho de Souza

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA
ARMAZENADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES**

Cachoeira do Sul, RS
2020

Guilherme Abreu Coelho de Souza

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA
ARMAZENADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul,
como requisito parcial para obtenção do
título de **Engenheiro Agrícola**.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

**Cachoeira do Sul, RS
2020**

Certificado de Aprovação

AUTOR: Guilherme Abreu Coelho de Souza

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

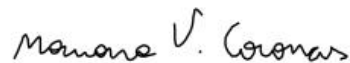
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Santa Maria, Campus Cachoeira do
Sul, como requisito parcial para
obtenção do título de **Engenheiro
Agrícola**.

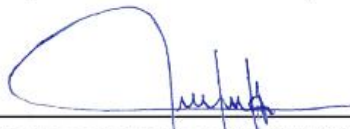
Aprovado em 10 de julho de 2020.



Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi (UFSM-CS)
(Presidente/Orientador)



Profa. Dra. Mariana Vieira Coronas (UFSM-CS)
(Membro avaliador 1)



Prof. Dr. Ezequiel Saretta (UFSM-CS)
(Membro avaliador 2)

DEDICATÓRIA

A todos os estudantes das universidades públicas do país

AGRADECIMENTOS

A meus pais, irmão e avós que não mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao Tio Paulo e a Tia Keka que me receberam de braços abertos em Cachoeira do Sul.

A Universidade Federal de Santa Maria por nos proporcionar um ensino PÚBLICO, GRATUITO e de QUALIDADE sempre visando a permanência do aluno até o dia da sua formatura com os programas de assistência estudantil.

Ao Professor Orientador Paulo Carteri Coradi pelos ensinamentos e orientações na iniciação científica durante a graduação e no trabalho final de conclusão do curso.

Ao Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Agrícolas (LAPOS) da UFSM-CS e toda a equipe de pesquisadores de graduação e pós-graduação, pela imensa ajuda e colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico) e a FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) por fomentar a pesquisa pública e disponibilizar bolsas de iniciação científica tornando realidade este trabalho.

Aos Professores da Banca Examinadora pela colaboração no processo de conclusão do trabalho final de curso.

Aos professores e servidores da UFSM Campus Cachoeira do Sul, incansáveis na missão de nos tornar profissionais qualificados para o mercado de trabalho.

EPÍGRAFE

42

(Guia do Mochileiro das Galáxias)

RESUMO

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES

AUTOR: Guilherme Abreu Coelho de Souza
ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade de sementes de cultivares de soja com tecnologia RR e RR2 PRO armazenados em atmosfera natural com embalagem de rafia (ANER), em atmosfera natural com embalagem laminada (ANEL), atmosfera modificada (-14 PSI) com embalagem de polietileno (AMEP), em atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) com embalagem de rafia (ARER), em atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) com embalagem laminada (AREL), em atmosfera modificada (-14 PSI) e refrigerada (1 a 3 °C) com embalagem de polietileno (AMREP), ao longo de seis meses de armazenamento. O experimento caracterizou-se por um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento, considerando-se as condições de armazenamento, o tempo de armazenamento e as cultivares como fontes de variação. Foram realizadas amostragens das sementes dos diferentes tratamentos a cada dois meses: nos tempos zero, dois, quatro e seis meses de armazenamento para realização dos testes de teor de água, massa específica aparente, peso de mil sementes, condutividade elétrica e germinação. Os resultados foram analisados pelo programa computacional Sisvar, versão 4.0[@] à 5% de probabilidade, pelo teste de média Tukey. Nos resultados obtidos verificaram-se as sementes da cultivar com tecnologia RR conservaram-se com melhor qualidade fisiológica. As embalagens de rafia e polietileno nas condições naturais de armazenamento, com atmosfera refrigerada e modificada não conservaram a qualidade das sementes ao longo do tempo de armazenamento. Nas condições de armazenamento em atmosfera natural em embalagem laminada (ANEL) e atmosfera refrigerada em embalagem laminada (AREL) reduziram os efeitos ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, obtendo melhores resultados de qualidade fisiológica das sementes. O tempo de armazenamento influenciou na redução da qualidade fisiológica das sementes, com exceção do AREL e ANEL que mantiveram as qualidades próximas as condições iniciais, ao longo dos seis meses de armazenamento. Concluiu-se que a melhor alternativa para o armazenamento de sementes de soja ao longo de seis meses foram as embalagens laminadas em ambiente natural, equiparando-se quanto à qualidade ao armazenamento em embalagem laminada com ambiente refrigerado.

Palavras-chave: pós-colheita, sementes de soja, qualidade.

ABSTRACT

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS STORED UNDER DIFFERENT CONDITIONS

AUTHOR: Guilherme Abreu Coelho de Souza

ADVISOR: Prof. Dr. Paulo Carteri Coradi

The objective of this study was to evaluate the quality of seeds of RR and RR2 PRO soybean cultivars stored in a natural atmosphere with raffia packaging (ANER), in a natural atmosphere with laminated packaging (ANEL), modified atmosphere (-14 PSI) with packaging of polyethylene (AMEP), in a refrigerated atmosphere (1 to 3 ° C) with raffia packaging (ARER), in a refrigerated atmosphere (1 to 3 ° C) with laminated packaging (AREL), in a modified atmosphere (-14 PSI) and refrigerated (1 to 3 ° C) with polyethylene packaging (AMREP), over six months of storage. The experiment was characterized by a completely randomized design, with three replicates for each treatment, considering the storage conditions, the storage time and the cultivars as sources of variation. Samples of the seeds of the different treatments were carried out every two months: at zero, two, four and six months of storage to carry out the tests of water content, apparent specific mass, weight of a thousand seeds, electrical conductivity and germination. The results were analyzed by the computer program Sisvar, version 4.0 @ at 5% probability, using the Tukey average test. The results obtained showed that the seeds of cultivar RR were preserved with better physiological quality. Raffia and polyethylene packaging under natural storage conditions, with a refrigerated and modified atmosphere, did not preserve the seed quality over the storage period. Under the conditions of storage in natural atmosphere in laminated packaging (RING) and refrigerated atmosphere in laminated packaging (AREL) reduced the environmental effects of temperature and relative humidity, obtaining better results of physiological quality of the seeds. The storage time influenced the reduction of the physiological quality of the seeds, with the exception of AREL and ANEL, which maintained the qualities close to the initial conditions, throughout the six months of storage. It was concluded that the best alternative for the storage of soybean seeds over a period of six months was to laminated packaging in a natural environment, matching in terms of quality to storage in laminated packaging with a refrigerated environment.

Keyword: Post-harvest, soybean seeds, quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Temperaturas (°C) e umidades relativas (%) médias obtidas ao longo do tempo de armazenamento das sementes de soja	28
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância dos teores de água (%) nas sementes de soja	29
Tabela 2 – Avaliação dos teores de água (%) das sementes de soja em função das condições e tempo de armazenamento para cada tecnologia.....	30
Tabela 3 - Avaliação dos teores de água (%) das sementes de soja em função das condições de armazenamento e tecnologia para cada tempo de armazenamento.....	30
Tabela 4 - Análise de variância da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de soja	32
Tabela 5 - Avaliação da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de soja em função das condições de armazenamento e tecnologia para cada tempo de armazenamento.....	33
Tabela 6 - Avaliação da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de soja em função das condições e tempo de armazenamento para cada tecnologia.	33
Tabela 7 - Análise de variância da germinação (%) das sementes de soja	34
Tabela 8 - Avaliação da germinação (%) das sementes de soja em função das condições de armazenamento e tecnologias para cada tempo de armazenamento.....	35
Tabela 9 - Avaliação da germinação (%) das sementes de soja em função das condições e tempo de armazenamento para cada tecnologia.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMEP	Atmosfera modificada embalagem polietileno
AMREP	Atmosfera modificada refrigerada embalagem polietileno
ANEL	Atmosfera natural embalagem laminada
ANER	Atmosfera natural bag de ráfia
AREL	Atmosfera refrigerada embalagem laminada
ARER	Atmosfera refrigerada embalagem ráfia
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
b.s.	Bulbo seco
b.u.	Base �mida
BOD	Demanda bioquímica de oxig�nio
BOPP	Polipropileno biorientado
CA	Condi�o de armazenamento
CL	Cultivar com tecnologia RR ou RR2
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EVOH	Etileno vinil �lcool
I	Ion�mero
i	Altitude (m)
LAPOS	Laboratório de Pós-Colheita
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
RR	Primeira Gera�o de Soja Transg�nico
RR2 PRO	Terceira Gera�o de Soja Transg�nico
P_{atm}	Pressão atmosférica (atm)
P_{sat}	Pressão de satura�o do ar (kPa)
P_v	Pressão parcial do ar (kPa)
PA	Poliamida
PE	Polietileno
PET	Politereftalato de etileno
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PSI	Libra por polegada quadrada
PVC	Policloreto de vinila
PVDC	Cloreto de polivinilideno
T	Temperatura (�C)
TA	Tempo de armazenamento
Ue	Teor de água de equilíbrio higroscópico (% b.s.)
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UHT	Temperatura Ultra Alta
UR	Umidade relativa do ar (%)
pp	Pontos percentuais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	HIPÓTESES	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.....	15
3.2	QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS.....	16
3.3	TECNOLOGIA DE EMBALAGENS PARA ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS PERECÍVEIS.....	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6	CONCLUSÕES	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

O monitoramento dos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar, assim como os teores de água das sementes é importante para a manutenção dos atributos de qualidade das sementes, ao longo do tempo de armazenamento. Para Alencar et al. (2009), a elevação do teor de água e temperatura das sementes acarretará em mudanças nas qualidades fisiológicas das sementes.

A qualidade das sementes não pode ser melhorada durante o tempo de armazenamento, mas em um ambiente controlado de temperatura e umidade relativa é possível conservar as sementes até a semeadura, sem redução na sua qualidade. Para Zuchi et al (2013), a redução do metabolismo das sementes ameniza a perda de qualidade do lote, mantendo-as com vigor e germinação viáveis. Devido às características higroscópicas das sementes de soja, a umidade relativa e a temperatura poderão influenciar na variação dos teores de água das sementes para uma condição de equilíbrio higroscópico (CORADI et al., 2018).

Uma alternativa para reduzir a ação do tempo na massa de sementes é o uso do resfriamento abaixo da condição de ambiente. Segundo Zuchi et al. (2013), as sementes de soja resfriadas apresentam potencial fisiológico superior, quando comparadas a sementes não resfriadas durante o armazenamento. Ferreira et al. (2017) observaram em seus estudos que sementes embaladas a 13 °C, seguido de armazenamento a 20 °C mantiveram a qualidade fisiológica por 225 dias. O armazenamento não refrigerado, porém, submetidas ao resfriamento dinâmico a 13 °C no ensacamento apresentaram maior vigor em 225 dias, em relação às sementes não resfriadas ou refrigeradas a 17 °C, concluindo que o armazenamento refrigerado favoreceu a manutenção fisiológica das sementes de soja em todas as situações sendo ou não submetida ao resfriamento dinâmico.

O tipo de embalagem de armazenamento poderá acelerar as trocas de massa e energia entre as sementes armazenadas e o meio de armazenamento. As sementes armazenadas em embalagens permeáveis permitem maiores trocas de umidade com o ambiente, ocasionando mudanças nos teores de água, até alcançar o equilíbrio higroscópico, provocando deteriorações e redução do vigor e viabilidade do lote (SANTOS et al., 2016).

As sementes de soja, comercialmente, são armazenadas e transportadas das unidades de beneficiamento até os produtores rurais em sacos de rafia semipermeáveis conhecidos como “*big bags*”. Embora seu armazenamento seja em ambientes favoráveis e/ou refrigerados na unidade de beneficiamento, quando transportadas até o produtor ficam expostas ao ambiente natural, sem controle das variáveis de umidade relativa e temperatura. Assim, verifica-se que o investimento realizado pelas unidades de beneficiamento no controle ambiental do armazenamento afim da manutenção da qualidade das sementes pode ser perdido nas etapas de transporte, armazenamento na propriedade e semeadura.

Tendo conhecimento da importância do controle do armazenamento para a manutenção da qualidade das sementes de soja, realizou-se um estudo afim de avaliar diferentes condições e embalagens para o armazenamento. Com isto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja de diferentes cultivares submetidas a diferentes condições, tempo e embalagens de armazenamento. Os objetivos específicos foram avaliar a qualidade das sementes de soja cultivares RR e RR2 PRO armazenadas em atmosfera natural com embalagens de rafia, atmosfera natural com embalagem laminada, atmosfera modificada (-14 PSI) com embalagem de polietileno e as mesmas situações em atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) ao longo de 6 meses de armazenamento.

2 HIPÓTESES

- I. Em função de sua menor permeabilidade, as embalagens de polietileno e laminada garantirão melhor qualidade das sementes ao final do período de armazenamento.
- II. As condições de atmosfera modificada e/ou refrigerada irão garantir maior qualidade das sementes.
- III. Devido suas condições genéticas, qual condição e embalagem garantirão melhor qualidade das sementes para cada cultivar com tecnologia RR e RR2 PRÓ.
- IV. Se qualidade das sementes sofrer alterações ao longo do período de seis meses de armazenamento, independente da embalagem ou condição, qual o tempo máximo que as sementes poderão ser armazenadas para atender o máximo potencial fisiológico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com uma produção de aproximadamente 117 milhões de toneladas na safra 2017/18, em uma área plantada de pouco mais de 36 milhões de hectares (EMBRAPA, 2019). Entre os estados brasileiros, destacam-se o Mato Grosso, com produção de quase 32 milhões de toneladas em uma área plantada de 9,5 milhões de hectares, o Paraná, com uma produção de 19 milhões de toneladas em 5,4 milhões de hectares e o Rio Grande do Sul, com produção de aproximadamente 17 milhões de toneladas em 5,7 milhões de hectares (EMBRAPA, 2019).

Com produtividade média crescente nos mais diversificados locais de cultivo, a produção vem acontecendo em locais onde sequer era cogitado o cultivo da soja. Com o passar dos anos e incremento de novas tecnologias foi possível obter um cultivo sustentável e rentável (EMBRAPA, 2019; CONAB, 2019). Nos últimos 40 anos a produtividade média passou de 1,25 t/ha na safra de 1978/79 para 3,2 t/ha na safra 2018/19, um aumento de mais de 250% na produtividade média brasileira (CONAB, 2019).

Todo esse aumento de produção e principalmente de produtividade, sem necessariamente ter aumentado a área plantada durante este período, passam pela evolução dos métodos de cultivo que foram aprimorados com o passar dos anos e das tecnologias desenvolvidas para o manejo da cultura (EMBRAPA, 2019). O avanço das tecnologias possibilitou a criação de cultivares altamente produtivas que se adaptam as mais diversas regiões e condições do país, juntamente com um melhor manejo dos solos, controle de pragas, doenças e ainda no desenvolvimento de tecnologias para minimizar as perdas nos processos de colheita e pós-colheita. Estes fatores são fatores decisivos para o aumento da produtividade e garantia da qualidade para a diminuição dos custos envolvidos na produção (FREITAS, 2011; ARTUZO et al., 2018).

Na produção de sementes de soja incluem-se diversas etapas, as quais exigem cuidados específicos para obter resultados satisfatórios de vigor e germinação (MOTTA et al., 2000; KOLCHINSKI et al., 2005). Cada vez mais as características e

atributos genéticos relacionados às sementes de soja são utilizados para determinar a qualidade física, fisiológica e sanitária da semente e o local ao qual ela mais se adapta em termos de produtividade. Segundo a Embrapa (2019), as cultivares geneticamente melhoradas são capazes de expressar alta produtividade, ampla adaptação, boa resistência/tolerância a fatores bióticos ou abióticos adversos. No que se refere à produção de sementes, o manejo da lavoura desempenha um papel fundamental para obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica. O potencial fisiológico reúne informações de germinação (viabilidade) e vigor das sementes, que através da sua avaliação permite-se identificar lotes de sementes que possuem maior probabilidade de apresentar o desempenho desejado durante o armazenamento e no campo. Após a emergência de plântulas no campo será possível verificar até que ponto se manifestou o potencial fisiológico das sementes previamente identificado em laboratório e também o grau de eficiência dos procedimentos que foram utilizados para sua avaliação (BEULTER et al., 2006; FILHO, 2013).

3.2 QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS

A qualidade fisiológica das sementes pode ser caracterizada pelo vigor e pela germinação. Conforme salienta Silva et al. (2016), o vigor das sementes é a soma dos atributos que conferem à semente, o potencial para germinar, emergir e resultar em plântulas normais sob a ampla diversidade de condições ambientais, e também é caracterizado como fator inversamente proporcional ao processo de deterioração das sementes. No armazenamento a qualidade das sementes não pode ser melhorada, porém, em ambiente com temperatura e umidade relativa controlados é possível conservar as sementes por mais tempo, reduzindo a degradação através da redução do metabolismo e microrganismos patogênicos, que amenizam a perda da qualidade do lote de sementes mantendo vigor e a viabilidade (ZUCHI et al., 2013).

Segundo Vilela e Menezes (2009), Toledo et al. (2009), Carvalho et al. (2014) a capacidade de manutenção da qualidade das sementes durante o período de armazenamento depende de fatores como o teor de água ao qual as sementes foram armazenadas, as embalagens e a temperatura e umidade relativa do ar durante o período de armazenamento. O tempo e a condição de armazenamento da

semente são fatores fundamentais para a conservação de qualidade das sementes até o período de semeadura.

Algumas regiões produtivas de soja no Brasil são caracterizadas por temperaturas médias elevadas, fator esse que dificulta a manutenção da qualidade das sementes armazenadas no período de entressafra. O controle da temperatura e da umidade relativa do ar intergranular das sementes armazenadas são importantes para evitar a deterioração das sementes.

O resfriamento artificial está sendo cada vez mais utilizado no armazenamento de sementes de soja, como uma alternativa para reduzir a temperatura da massa de sementes e manter o ar intergranular de armazenamento em equilíbrio higroscópico com os teores de água das sementes, ao longo do tempo de armazenamento. As baixas temperaturas e teores de água permitem a redução da atividade respiratória da semente e conseqüentemente, a velocidade do processo de deterioração (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; LIMA et al., 2014a; SMANIOTTO et al., 2014).

Demito e Afonso (2009) estudaram o comportamento da temperatura das sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas em saco de polipropileno no sistema convencional e verificaram que este processo mantém o poder germinativo das sementes dentro do padrão comercial por maior período de tempo do que amostras que não foram resfriadas e foram condicionadas no mesmo ambiente. Os autores observaram que as sementes de soja resfriadas artificialmente tendem a ter variações de temperatura mais lentas, diminuindo assim a degradação da qualidade fisiológica.

Alencar et al. (2009) verificaram que apesar de adotar procedimentos de secagem adequados para reduzir os teores de água de sementes de soja a 12,8 e 14,8%, se a temperatura da massa de sementes armazenadas alcançarem 40 °C ou acima, após 90 dias já haverá perda significativa de qualidade. Os autores também ressaltam que as sementes com 14,8% de teor de água nas condições de armazenamento com temperaturas de 20 e 30 °C chegam há 180 dias com qualidade fisiológica dentro das especificações de comercialização. Smiderle e Gianluppi (2006) verificaram que a associação da umidade relativa do ar de 70% com temperaturas em torno de 25 °C garantem uma boa condição de armazenamento, mantendo os teores de água das sementes próximas a 12%.

Atungulu e Olatunde (2017) realizaram um estudo para simular diferentes estratégias de armazenamento de sementes de soja, os autores verificaram que as sementes armazenadas com média de 13% de teor de água mantiveram-se com melhor qualidade fisiológica ao longo do tempo de armazenamento. Juvino et al. (2014) estudaram o vigor das sementes de soja ao longo do tempo de armazenamento em câmara climatizada e ambiente natural. Os autores observaram que as sementes se mantiveram com alta qualidade até os nove meses de armazenamento, com melhores resultados no armazenamento com ambiente climatizado. Rocha et al. (2017) realizaram um estudo considerando a armazenagem de sementes de soja em duas condições, armazém convencional (temperatura média de 27 °C e umidade relativa média de 80%) e armazém climatizado (temperatura média de 15 °C e umidade relativa média de 55%) durante um período de 120 dias. Os autores verificaram que independente do tipo de cultivar, tratamento ou condição de armazenamento, quanto maior o tempo de armazenamento maior foi a redução de vigor das sementes, porém as sementes armazenadas em ambiente com umidade relativa e temperaturas controladas apresentaram menor redução de vigor com o passar do tempo.

Em um estudo desenvolvido por Smaniotto et al. (2014), avaliando-se a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas durante 180 dias com três diferentes teores de água e duas condições de temperatura (20 e 27 °C) observaram que as sementes com altos teores de água tem maior deterioração no decorrer do tempo de armazenamento e que o ambiente climatizado proporcionou melhor condição de conservação da qualidade fisiológica das sementes em todas as condições analisadas, além de que os menores teores de água sobressaíram sobre as condições de temperatura, para um armazenamento seguro das sementes.

A escolha de embalagens adequadas no armazenamento de sementes agrega na manutenção da qualidade fisiológica das sementes de acordo com as condições de temperatura e umidade relativa do ar em que serão submetidas no armazenamento (ROCHA et al., 2017; VILELA; MENEZES, 2009; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As embalagens possuem diversas funções no que diz respeito ao mercado de sementes, tais como identificação, facilidade de transporte e armazenamento, proteção contra ataque de organismos e adversidades do ambiente e para atenderem às funções, estas embalagens devem apresentar características

como resistência ao transporte, porosidade ou impermeabilidade, flexibilidade ou rigidez, durabilidade e possibilidade de reutilização, facilidade de impressão, transparência ou opacidade e resistência a insetos e roedores (PESKE, 2003; SANTOS et al., 2004; CAPILHEIRA, 2016). Segundo Cardoso et al. (2012) e Bessa et al. (2015), para o armazenamento de sementes, dependendo das características e propriedades das embalagens poderá haver redução ou obstrução das trocas de vapor de água entre as sementes e o ambiente externo, interferindo na umidade de equilíbrio higroscópico das sementes.

Lima et al. (2014b) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em diferentes embalagens (garrafa PET, saco de rafia e saco de papel multifoliado) durante 360 dias. Os autores verificaram que as embalagens permeáveis proporcionaram redução dos teores de água, do percentual de germinação, velocidade de emergência e vigor das sementes pelas ações da temperatura e umidade relativa do ar.

Carvalho et al. (2016) avaliando diferentes formas e condições de armazenamento para sementes de soja, observaram que as sementes resfriadas artificialmente até 13 °C mantiveram melhor qualidade que as sementes armazenadas em ambiente natural com embalagens de papel Kraft multicamadas, tecido de polipropileno e recipientes moldados em polietileno de alta densidade durante um período de 8 meses. Faria et al. (2016) avaliaram diferentes tipos de embalagens de papel Kraft, poliestireno e metalizada para o armazenamento de sementes de soja durante 6 meses, e observaram que a embalagem de papel preservou as qualidades fisiológicas das sementes de soja por maior período de tempo comparado às embalagens de poliestireno e metalizada. Os autores também verificaram que a embalagem metalizada causou grandes danos às sementes durante o período de armazenamento e mostrou-se inadequada para tal finalidade.

Henning et al. (2016) conduziram estudos com embalagens de papel multifoliado e polipropileno trançado para a armazenagem de sementes de soja tratadas industrialmente com fungicidas, inseticidas, micronutrientes e polímeros. As análises de qualidade fisiológica levaram em consideração os testes de comprimento de plântula, comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, germinação com pré-condicionamento osmótico e emergência em areia em períodos de 0, 45 e 90 dias após a realização dos tratamentos. De acordo com os pesquisadores, as

embalagens de polipropileno trançado apresentaram desempenho similar às embalagens de papel multifoliado, assegurando a qualidade das sementes de soja após o tratamento e durante o armazenamento. Em um estudo realizado por Bellé et al. (2016), foram armazenadas sementes de soja por período de 120 dias em bolsas de rafia, os autores verificaram que as sementes apresentaram menor potencial fisiológico e alta incidência de patógenos.

Aguiar et al. (2012) verificaram que as sementes de soja mantiveram alto percentual de germinação quando armazenadas em temperaturas de 25 °C, principalmente quando associadas a embalagens que permitiram a formação de atmosfera modificada com CO₂. Em estudo realizado por Carpilheira (2016) testou-se embalagem hermética com atmosfera modificada pela injeção de CO₂, embalagem hermética sem injeção de CO₂, e papel multifoliado para o armazenamento de sementes de soja. Segundo o autor, verificou-se que na embalagem hermética obteve-se maior qualidade fisiológica das sementes de soja comparativamente à embalagem permeável no período de armazenamento até 180 dias sobre as condições ambientais não controladas e as embalagens herméticas indiferente da injeção ou não de CO₂, favorecem a diminuição da velocidade de deterioração das sementes de soja.

3.3 TECNOLOGIAS DE EMBALAGENS PARA ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS PERECÍVEIS

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2019), embalagem para alimento é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agentes externos, de alterações e de contaminações, assim como adulterações. Incluem-se neste conceito, todo material destinado ao contato direto com alimentos e ou bebidas, considerando que as substâncias presentes nestes materiais possam migrar para os alimentos e que possam representar riscos à saúde humana.

Ribeiro et al. (2008) caracteriza embalagem como sendo o invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento removível ou não destinada a cobrir,

empacotar, envasar, proteger ou manter, especificamente ou não, matérias-primas, produtos semielaborados ou acabados.

Uma embalagem deve exercer quatro funções básicas: proteção, conservação do produto, informação e a função relacionada ao serviço ou conveniência na utilização do produto (BARÃO, 2011). A proteção tem a função de acondicionar o produto e protegê-lo durante o transporte, distribuição e manuseio contra choques, vibrações e compressões, enquanto a conservação deve conservar a umidade, oxigênio, luz, servir como barreira contra microrganismos garantindo a qualidade do produto e prolongando sua vida útil além de evitar perdas.

A embalagem é adaptada e moldada a certas tecnologias que são indispensáveis para a conservação dos alimentos, processos térmicos, acondicionamento asséptico e atmosfera modificada. As embalagens resistentes ao processo térmico devem suportar as temperaturas elevadas, serem hermeticamente fechadas e permitir alterações no volume do produto sem comprometer as suas funções. Para o condicionamento asséptico as embalagens deverão ser esterilizadas antes de receber o produto, sendo assim devem resistir aos processos de esterilização mantendo sua integridade. O mesmo vale para as embalagens de atmosfera modificada que devem permitir o armazenamento do produto em uma atmosfera composta de oxigênio, nitrogênio e dióxido de carbono em concentrações especiais. Por outro lado, as embalagens devem conter as informações úteis para o consumidor como validade, nome, marca, informações nutricionais e também conveniência para promover a facilidade no manuseio e estocagem como embalagens que abrem fácil, tampas dosadoras entre outras opções. São relacionadas com tendências de consumo e marketing (LANDIM et al., 2016).

Incluído neste conceito, quanto à utilização, as embalagens podem ser classificadas em embalagens primárias, que são aquelas que estão em contato direto com o produto, secundárias aquelas que abrigam uma ou mais embalagem primária e terciárias, que são aquelas que agrupam embalagens primárias e secundárias para fins de transporte e armazenamento (LANDIM et al., 2016).

As embalagens podem ser classificadas em rígidas, semirrígidas ou flexíveis (BARÃO, 2011; GORGULHO, 2018). As rígidas apresentam maior proteção contra danos mecânicos e maior espessura, podendo ser metálicas, plásticas, de vidro ou papel, já as semirrígidas são representadas por bandejas de alumínio, bandejas de

poliestireno, frascos, copos e potes termo reformados e caixas em cartolina, enquanto que, as flexíveis são moldadas no formato do produto como as folhas de alumínio, filmes plásticos e folhas de papel aumentando a barreira contra agentes externos.

As embalagens para fins alimentícios podem ser de diversos materiais, os principais são vidro, metais, plásticos, celulósicos e materiais compostos. A embalagem de vidro é um dos mais antigos materiais que se tem conhecimento e o material mais inerte utilizado para embalagens. Considerado totalmente impermeável a gases e reciclável sem perdas de suas características originais. Resultado da fusão de matérias primas ricas em sílica, soda e cal, que são submetidas a um processo de resfriamento formando um material rígido, estável, homogêneo, inerte, amorfo e isotrópico. Possui também a característica de ser moldável a uma determinada temperatura sem degradação de suas propriedades.

A embalagem de metal foi desenvolvida no século XIX por Nicolas Appert com objetivo de conservar alimentos por um período mais longo. As embalagens metálicas têm como principal objetivo proteger os alimentos de ações mecânicas, físicas e químicas e se destacam por sua elevada resistência mecânica.

As embalagens de plástico foram produzidas de polímeros orgânicos ou inorgânicos de alto peso molecular. É um material com capacidade de ser moldado em condições especiais de calor e pressão. Atualmente elas são amplamente utilizadas em embalagens para alimentos, apesar da resistência inicial a este uso, gerando grande economia no setor. Podem ser classificados em termofixos ou termoplásticos. As embalagens termofixos são aqueles que, após moldados por ação do calor, a ação é irreversível. As embalagens termoplásticas são aquelas que depois de aquecidos e resfriados mantêm suas propriedades e são os de maior uso nas embalagens. Os principais termoplásticos são o polietileno (PE), Polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS) e o polietileno tereftalato (PET) (FABRIS et al., 2006).

As embalagens de papel e papelão são conhecidas como embalagens celulósicas revestidas são empregadas como embalagens primárias de alimentos em conjunto com outros materiais de revestimentos ou não revestidas para produtos secos. São empregadas também como embalagens secundárias no formato de

cartão ou papelão ondulado. Podem ser embalagens multicamadas como, por exemplo, a caixinha de leite UHT (FABRIS et al., 2006).

As embalagens flexíveis metalizadas possuem diversas aplicações nas embalagens de alimentos. Podem ser de um único material ou laminadas com vários materiais, de acordo com a especificação do uso e sua estrutura é composta de acordo com o conteúdo a ser adicionado, podendo ser standard, média, média alta e alta, tendo como principais materiais utilizados normalmente os filmes de PE, PP, BOPP e filmes metalizados (QUARTIM, 2012). As embalagens mais comuns são as de polipropileno biorientado (BOPP) metalizado que agregam boas propriedades mecânicas aliadas à barreira de gases e umidade, por isto acondiciona uma gama de produtos muito ampla. Tem como vantagens a alta barreira a vapor d'água e oxigênio e resistência mecânica. Seu ponto é a difícil reciclagem do produto devido ao processo de metalização que consiste na impregnação do filme plástico por uma camada de alumínio extremamente fina (OLIVEIRA et al., 2011).

O uso de polímeros em materiais monocamadas, em grande parte das vezes, não oferece os requisitos necessários de proteção para os alimentos. Afim de solucionar este ponto negativo, utiliza-se sistemas multicamada. Um sistema multicamada é composto de duas ou mais camadas do mesmo material ou material diferentes, assim, unindo propriedades de materiais distintos oferecendo uma barreira aos danos mecânicos e trocas gasosas mais eficientes do que o uso dos materiais separadamente (SARANTÓPULOS et al., 2001).

A indústria de embalagens possui grande dinamismo, o que possibilita novas oportunidades para a indústria alimentícia. Atualmente o conceito de embalagem ativa tem estado em evidência. Embalagem ativa é aquela que desempenha outras funções além de ser uma barreira física entre o produto e o meio onde este se encontra. Uma embalagem ativa aproveita as interações entre a atmosfera interna e externa para a manutenção da qualidade do produto acondicionado, prolongando sua vida útil (ALVAREZ, 2000; BRODY et al., 2002; OZDEMIR; FLOROS, 2004).

Uma das utilizações de sistemas ativos pode ser considerada exemplificada pelo uso de reações de oxidação lipídica, pelo uso de inibidores do crescimento de microrganismos deterioradores e patogênicos ou ainda pelo uso de sistemas inteligentes que monitoram a qualidade do produto ou do seu entorno para melhor

indicar o tempo de vida útil do produto armazenado (JONG et al., 2005; FABRIS et al., 2006).

Quando o produto entra em contato com o material da embalagem, ocorrem interações que podem fazer constituintes do alimento ser absorvidos pelo material e substância da embalagem ser transferidas para o alimento. Quando ocorre a passagem de elementos do produto para a embalagem, características sensoriais e de qualidade são perdidas. No caminho inverso, contaminações podem ocorrer, comprometendo o produto (FABRIS et al., 2006). Algumas legislações estabelecem critérios para as embalagens, suas características e constituintes fazendo com que se assegure que não haverá comprometimento da segurança alimentar. Devido ao grande intercâmbio comercial, estas resoluções se baseiam em legislações nacionais, do MERCOSUL, comunidade Européia e dos Estados Unidos da América (FABRIS et al., 2006).

As embalagens de alimentos possuem diversos tipos de contaminantes. Algumas substâncias destas são tóxicas e devem passar por avaliações de segurança. Diversos estudos visam chegar em limites da presença destas substâncias que possam ser considerados desprezíveis e não causará danos à saúde humana (FABRIS et al., 2006).

À medida que novas tecnologias são desenvolvidas para satisfazer as necessidades do consumidor, é necessárias medidas que visem a proteção ambiental. O elevado consumo de materiais plásticos gera, de forma direta, maiores quantidades de resíduos. Com isto há a necessidade de desenvolver tecnologias que introduzam estes materiais reciclados novamente na cadeia produtiva. Atualmente, grande parte destes materiais são aproveitados como produtos para fins pouco nobres (LANDIM et al., 2016).

As embalagens metalizadas, devido a sua difícil reciclagem em virtude de suas múltiplas camadas, vêm sendo utilizadas para a fabricação de displays para exposição de produtos, pallets e outros produtos feitos com a embalagem (QUARTIM, 2012). Os plásticos reciclados, como o PET, por exemplo, são utilizados em produtos multicamadas sendo a camada interna, que vai a contato direto com o produto, e a externa feitas de plástico virgem e a intermediária de plástico reciclado. Desta forma, aos poucos vai se introduzindo os plásticos reciclados novamente no

mercado de consumo agregando maior valor, e beneficiando toda a cadeia produtiva e o meio ambiente (KOHMANN et al., 2016).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Pós-Colheita (LAPOS) da Universidade Federal Santa Maria (UFSM), Campus de Cachoeira do Sul (CS). As cultivares de sementes foram colhidas nas lavouras do município de Cruz Alta-RS, 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 teores de água de 12% (b.u.) em depois ao beneficiamento utilizando equipamentos espirais e mesa densimétrica, para padronização quanto ao tamanho e peso. Em seguida, os lotes foram armazenados em *bags* de rafia em galpões semi climatizados. Foram retirados dos *bags* dez quilogramas de sementes de cada cultivar com tecnologia RR e RR2, com auxílio de um calador manual para serem armazenadas experimentalmente em diferentes embalagens e condições de armazenamento.

O experimento caracterizou-se em um delineamento inteiramente casualizado, com um esquema fatorial (6x4x2), com três repetições para cada tratamento, considerando-se seis condições de armazenamento (CA): atmosfera natural + embalagem de rafia – ANER, atmosfera natural + embalagem de laminado – ANEL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno – AMEP, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de rafia – ARER, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de laminado – AREL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno + refrigerada (1 a 3 °C) – AMREP, quatro tempos de armazenamento (TA): tempo zero, tempo de dois meses, tempo de quatro meses e tempo de seis meses, duas cultivares com tecnologia (CL): Intacta RR e Intacta RR2 PRO.

As embalagens utilizadas para o armazenamento das sementes foram constituídas por materiais de rafia, polietileno e camadas laminadas. As embalagens de rafia representaram as características tradicionais de armazenamento de sementes de soja em *big bags*, caracterizando-se por um armazenamento em embalagem semi porosa, com possibilidade de promover intensas trocas gasosas intergranular com o ambiente em que as sementes foram armazenadas, construídas de tecido de polipropileno trançado, laminado com filme de polietileno de baixa densidade, revestidos com inibidor volátil de corrosão multimetálico, resistentes a

alta tração de 10 kgf cm⁻² e alongamento longitudinal de 20%. As embalagens de polietileno foram constituídas por material de resina termoplástica parcialmente cristalina e flexível, obtidas através da polimerização do etileno, de baixa densidade, alta tenacidade, boa resistência ao impacto, flexível, fácil processabilidade, propriedades elétricas e estabilidade, podendo ser alterado por temperatura ambiente, com baixa permeabilidade perante a água, formado por compostos orgânicos polares. As embalagens laminadas foram caracterizadas como assépticas, paredes espessas de camada de polietileno, camada de polipropileno e camada laminada, com resistência a perfuração de 4,5 MPA, válvula de 1" de material plástico flexível de polietileno para enchimento.

Ao longo do tempo de armazenamento das sementes de soja, monitorou-se a temperatura e a umidade relativa do ambiente natural e da temperatura da massa de sementes com auxílio de um termo higrômetro digital. Foram coletadas amostradas de dois em dois meses para avaliação da qualidade fisiológica das sementes

O teor de água das sementes foi determinado com auxílio de um medidor indireto por capacitância elétrica, em três repetições. A avaliação da condutividade elétrica foi realizada com três sub amostras, cada uma contendo cinquenta 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 °C, por vinte e quatro horas. Os resultados de condutividade elétrica foram obtidos na solução de imersão com auxílio de um condutímetro digital (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

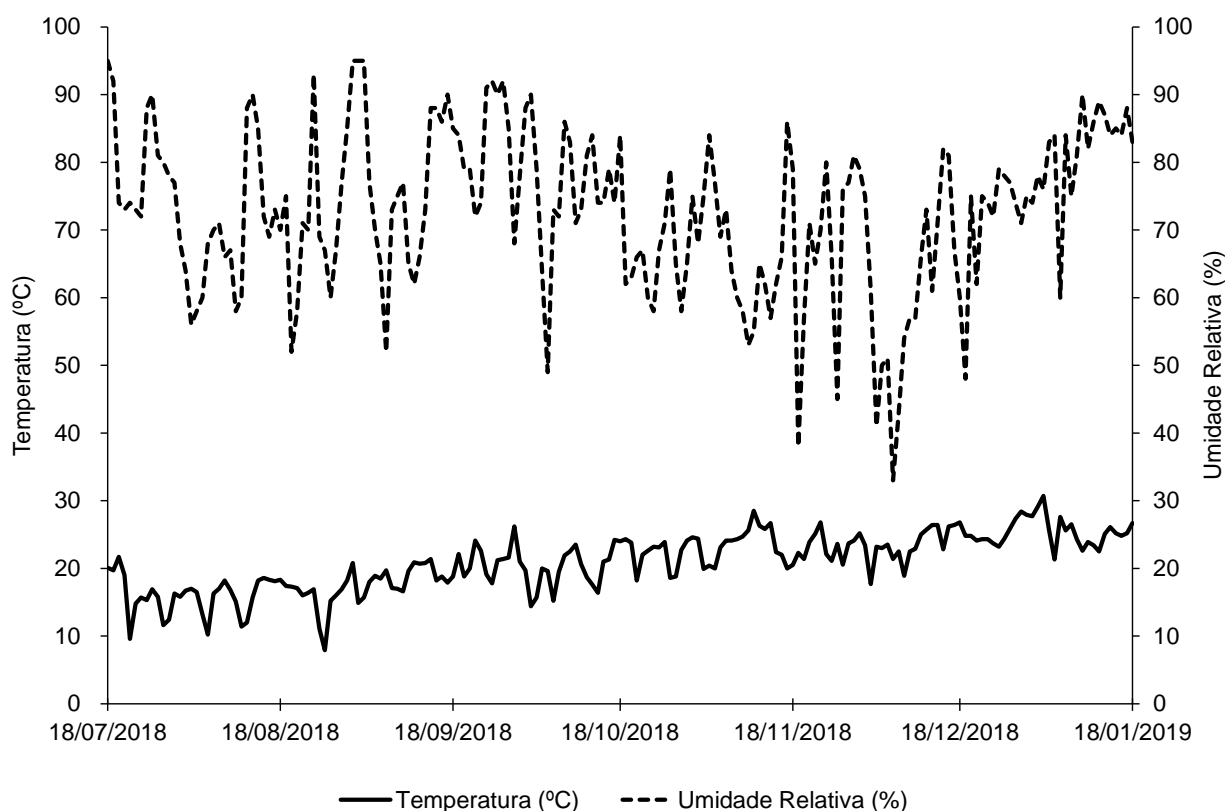
Para o teste de germinação foram utilizados quatro sub amostras de cinquenta sementes de cada unidade experimental, distribuídos em rolos de papel toalha tipo "Germitest", umedecido com água destilada na proporção 2,5 vezes a massa do papel seco, em germinador tipo "Mangesdorf" regulado na temperatura de 25 °C ± 2 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco dias 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, 2013).

Os resultados foram analisados pelo programa computacional Sisvar, versão 4.0[@], pelo teste de média Tukey a 1 e 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão representadas as variações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente ao longo do tempo de armazenamento. Verificou-se que a temperatura teve amplitudes de 7,9 a 30,7 °C e a umidade relativa do ar de 33 a 95%, a qual pode ter influenciado no armazenamento das sementes soja armazenadas através do aumento ou diminuição de trocas gasosas do ar atmosférico e o ar intergranular pelas diferenças de pressão de vapor, uma vez que as embalagens utilizadas não possuem impermeabilidade.

Figura 1 - Temperaturas (°C) e umidades relativas (%) médias diárias obtidas ao longo do tempo de armazenamento das sementes de soja



Conforme se observa na Tabela 1, o tempo de armazenamento e a interação condições de armazenamento e cultivares não foram significativas, enquanto que as demais fontes de variação tiveram significância a 1% de probabilidade.

Tabela 1 - Análise de variância dos teores de água (%) nas sementes de soja.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
CA	5	150,085417	30,017083	45,954	0,0000**
TA	3	3,344538	1,114861	1,707	0,1682 ^{ns}
CL	1	6,020833	6,020833	9,218	0,0028**
CA x TA	15	71,009167	4,733944	7,247	0,0000**
CA x CL	5	0,955417	0,191083	0,293	0,9164 ^{ns}
TA x CL	3	13,996250	4,665417	7,142	0,0002**
CA x TA x CL	15	39,505	2,633667	4,032	0,0000**
Erro	144	94,06	0,653194	45,954	
Total corrigido	191	378,976667	30,017083	1,707	

CV = 6,37%

Média geral = 12,00

Número de observações = 192

**Significativo a 1% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}Não Significativo.

CA – Condição de armazenamento, TA – Tempo de armazenamento, CL – Cultivar com tecnologia RR e RR2, FV – Fator de variação, GL – Graus de liberdade, SQ – Soma quadrática, QM – Quadrado médio. FC – Valor F, Pr>Fc – probabilidade, CV – Coeficiente de variação.

Os resultados obtidos na Tabela 2 indicaram que os teores de água das sementes de soja variaram ao longo do tempo de armazenamento, com redução da umidade em até 8,35% nas condições de ANER, ANEL, AMEP, AREL, AMREP, influenciadas pelas maiores pressões de vapor do ar do ambiente de armazenamento em relação ao ar intergranular, sendo que os principais fatores influenciadores foram a temperatura e a umidade relativa do ar, enquanto que na condição ARER observou-se um aumento dos teores de água, principalmente, nos seis meses de armazenamento em até 14,40%, quando a condição do ambiente de armazenamento estava com umidade relativa do ar acima de 70%, independente da cultivar (Tabela 3).

Tabela 2 - Avaliação dos teores de água (%) das sementes de soja em função das condições e tempo de armazenamento para cada tecnologia.

CARM	RR				RR2			
	Zero	Dois	Quatro	Seis	Zero	Dois	Quatro	Seis
ANER	12,22 Aa	12,65 Aa	11,30 Bb	12,10 Ba	12,17 Aa	12,22 Aa	10,87 Cc	11,62 Bb
ANEL	12,22 Aa	11,67 ABb	11,92 Bab	11,55 Bb	12,17 Aa	11,35 Ab	11,27 BCb	11,10 Bb
AMEP	12,22 Aa	10,32 Bc	11,20 Bb	12,77 Ba	12,17 Aa	11,30 Ab	11,45 BCb	11,25 Bb
ARER	12,22 Ac	14,40 Ab	15,25 Aa	14,95 Ab	12,17 Ab	14,17 Ba	14,15 Aa	14,17 Aa
AREL	12,22 Aa	11,90 ABb	11,80 Bb	11,35 Bc	12,17 Ab	11,22 Ab	11,20 BCb	10,90 Bb
AMREP	12,22 Aa	10,75 Bb	10,40 Bb	12,40 Ba	12,17 Ab	11,35 Ac	12,82 BAa	8,35 Cd

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cada tempo de armazenamento, maiúsculas nas colunas para cada condição de armazenamento.

Atmosfera natural + embalagem de rafia – ANER, atmosfera natural + embalagem de laminado – ANEL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno – AMEP, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de rafia – ARER, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de laminado – AREL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno + refrigerada (1 a 3 °C) – AMREP

Tabela 3 - Avaliação dos teores de água (%) das sementes de soja em função das condições de armazenamento e tecnologia para cada tempo de armazenamento.

CARM	Zero		Dois		Quatro		Seis	
	RR	RR2	RR	RR2	RR	RR2	RR	RR2
ANER	12,22 Aa	12,17 Aa	12,65 Ba	12,22 Bb	11,30 Ba	10,87 Cb	12,10 Ba	11,62 Bb
ANEL	12,22 Aa	12,17 Aa	11,67 CBa	11,35 Bb	11,92 Ba	11,27 BCb	11,55 Ba	11,10 Bb
AMEP	12,22 Aa	12,17 Aa	10,32 Cb	11,30 Ba	11,20 Ba	11,45 BCa	12,77 Ba	11,25 Bb
ARER	12,22 Aa	12,17 Aa	14,40 Aa	14,17 Ab	15,25 Aa	14,15 Ab	14,95 Aa	14,17 Ab
AREL	12,22 Aa	12,17 Aa	11,90 CBa	11,22 Bb	11,80 Ba	11,20 BCb	11,35 Ba	10,90 Bb
AMREP	12,22 Aa	12,17 Aa	10,75 Cb	11,35 Ba	10,40 Bb	12,82 BAa	12,40 Ba	8,35 Cb

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cultivar de soja, maiúsculas nas colunas para cada condição de armazenamento.

Atmosfera natural + embalagem de rafia – ANER, atmosfera natural + embalagem de laminado – ANEL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno – AMEP, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de rafia – ARER, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de laminado – AREL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno + refrigerada (1 a 3 °C) – AMREP

Zuffo et al. (2017) estudando a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em diferentes períodos e submetidas ao armazenamento em ambiente não climatizado durante 240 dias verificaram redução significativa do teor de água, devido à permeabilidade da embalagem que permitiu que as sementes entrassem em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar mais elevadas.

As sementes de soja armazenadas em embalagens com maior permeabilidade permitiram trocas de umidade com maior intensidade entre o ar ambiente e o ar intergranular ocasionando alterações na umidade de equilíbrio higroscópico das sementes durante o armazenamento, possibilitando maior deterioração e redução do vigor e viabilidade do lote.

Smaniotto et al. (2014) avaliando o armazenamento de sementes de soja com temperatura média de 27 °C, durante 180 dias de armazenamento, observaram uma redução do teor de água de 12, 13 e 14% (b.u.) para 11, 12 e 13% (b.u.), respectivamente, devido à permeabilidade da embalagem que permitiu maior troca de vapor d'água com o ambiente. Juvino et al. (2014) investigaram os efeitos do armazenamento de sementes de soja em ambientes refrigerados dinamicamente sobre a qualidade fisiológica e verificaram que o teor de água das sementes de soja oscilou durante o tempo de armazenamento por influência da umidade relativa do ar, sendo observado um aumento do teor de água até os 60 dias, porém a partir disso, houve redução da umidade até o final dos 120 dias de armazenamento.

Verificou-se entre as condições AREL, ANEL e ANER que os teores de água das sementes permaneceram próximos aos teores iniciais ao longo do tempo de armazenamento, com baixas variações. O armazenamento de sementes de soja em atmosfera refrigerada com embalagem de ráfia e atmosfera modificada com refrigeração em embalagem de polietileno influenciou negativamente na manutenção dos teores de água das sementes de soja. Em um estudo realizado por Filho et al. (2013) verificou-se que as sementes de soja com teor de água 12,5% (b.u.) submetidos ao armazenamento em condições de umidade e temperatura não controladas durante 180 dias, apresentaram um aumento no teor de água aos 45 e 180 dias, porém houve uma redução aos 90 e 135 dias devido à variação da umidade relativa do ar, o que favoreceu os processos de sorção e consequentemente a flutuação do teor de água durante o período de armazenamento.

Na análise de variância do teste de condutividade elétrica das sementes de soja, observou-se que, as funções de variações da condição de armazenamento, tempo de armazenamento, cultivares e a interação condições de armazenamento x tempo de armazenamento foram significativas a 1 e 5% de probabilidade, entretanto, as interações das condições de armazenamento x cultivares, tempo de armazenamento x cultivares, condição de armazenamento x tempo de armazenamento x cultivares não foram significativas (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de variância da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de soja.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
CA	5	36349,763067	7269,952613	26,615	0,0000**
TA	3	21151,013977	7050,337992	25,811	0,0000**
CL	1	1078,918852	1078,918852	3,950	0,0488*
CA x TA	15	38385,193804	2559,012920	9,368	0,0000**
CA x CL	5	1515,593367	303,118673	1,110	0,3579 ^{ns}
TA x CL	3	915,340560	305,113520	1,117	0,3443 ^{ns}
CA x TA x CL	15	2596,924271	173,128285	0,634	0,8432 ^{ns}
Erro	144	39334,283000	273,154743		
Total corrigido	191				

CV = 10,55%
Média geral = 156,69
Número de observações = 192

**Significativo a 1% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}Não Significativo.

CA – Condição de armazenamento, TA – Tempo de armazenamento, CL – Cultivar com tecnologia RR e RR2, FV – Fator de variação, GL – Graus de liberdade, SQ – Soma quadrada, QM – Quadrado médio. FC – Valor F, Pr>Fc – probabilidade, CV – Coeficiente de variação.

Na Tabela 5, observou-se que o tempo de armazenamento aumentou significativamente a quantidade de íons lixiviados nas sementes de soja, independente da condição de armazenamento e cultivar, aumentando a condutividade elétrica de 137,45 para 206,83 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Comparando-se entre as cultivares com tecnologia RR e RR2 (Tabela 6), notou-se que a RR (197,03 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) teve maiores valores de condutividade elétrica em relação a RR2 (118,89 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$). Zuchi et al. (2013) avaliaram a estrutura das membranas celulares de sementes de soja armazenadas em ambiente refrigerado e não climatizado utilizando o teste de condutividade elétrica. Os autores observaram nos resultados obtidos menores valores de íons lixiviados em sementes armazenadas com refrigeração, sendo um indicativo de organização dos tecidos celulares das sementes. Verificou-se entre as condições de armazenamento que o AMEP e o ANER tiveram os maiores valores de condutividade elétrica, enquanto que, o ARER os menores valores de condutividade elétrica para ambas as cultivares com tecnologia RR e RR2.

Tabela 5 - Avaliação da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de soja em função das condições de armazenamento e tecnologia para cada tempo de armazenamento.

CARM	RR				RR2			
	Zero	Dois	Quatro	Seis	Zero	Dois	Quatro	Seis
ANER	137,45 Ac	137,27 Bc	170,33 Ab	197,03 Aa	142,10 Ac	142,23 Bc	173,24 ABb	191,45 Aa
ANEL	137,45 Ac	172,34 Ab	174,90 Ab	186,61 Aa	142,10 Ab	182,45 Aa	186,56 Ba	176,37 ABa
AMEP	137,45 Ac	171,65 Ab	163,12 Ab	206,82 Aa	142,10 Ac	155,34 ABc	172,20 ABb	206,45 Aa
ARER	137,45 Aa	118,63 Bb	119,81 Bb	116,34 Bb	142,10 Aa	138,23 Ba	143,18 Ba	118,89 Db
AREL	137,45 Ab	145,61 ABb	155,51 Aa	143,45 Bb	142,10 Ab	164,15 ABa	167,34 ABa	157,65 BCa
AMREP	137,45 Ab	175,71 Aa	179,09 Aa	141,89 Bb	142,10 Ab	155,34 ABb	190,65 Ba	141,32 ABb

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cada tempo de armazenamento, maiúsculas nas colunas para cada condição de armazenamento.

Atmosfera natural + embalagem de rafia – ANER, atmosfera natural + embalagem de laminado – ANEL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno – AMEP, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de rafia – ARER, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de laminado – AREL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno + refrigerada (1 a 3 °C) – AMREP

Tabela 6 - Avaliação da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de soja em função das condições e tempo de armazenamento para cada tecnologia.

CARM	Zero		Dois		Quatro		Seis	
	RR	RR2	RR	RR2	RR	RR2	RR	RR2
ANER	137,45 Aa	142,10 Aa	137,27 Ba	142,23 Ba	170,33 Aa	173,24 ABa	197,03 Aa	191,45 Aa
ANEL	137,45 Aa	142,10 Aa	172,34 Aa	182,45 Aa	174,90 Aa	186,56 Ba	186,61 Aa	176,37 ABa
AMEP	137,45 Aa	142,10 Aa	171,65 Aa	155,34 ABb	1163,12 Ab	172,20 ABa	206,82 Aa	206,45 Aa
ARER	137,45 Aa	142,10 Aa	118,63 Bb	138,23 Ba	119,81 Bb	143,18 Ba	116,34 Bb	118,89 Db
AREL	137,45 Aa	142,10 Aa	145,61 ABb	164,15 ABa	155,51 Ab	167,34 ABa	143,45 Ba	157,65 BCa
AMREP	137,45 Aa	142,10 Aa	175,71 Aa	155,34 ABb	179,09 Ab	190,65 Ba	141,89 Ba	141,32 ABa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cultivar de soja, maiúsculas nas colunas para cada condição de armazenamento.

Atmosfera natural + embalagem de rafia – ANER, atmosfera natural + embalagem de laminado – ANEL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno – AMEP, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de rafia – ARER, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de laminado – AREL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno + refrigerada (1 a 3 °C) – AMREP

Smaniotta et al. (2014) estudaram a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições e observaram que no armazenamento das sementes com teores de água de 12% (b.u.) em ambiente natural houve redução dos valores de condutividade elétrica em comparação aos teores de água de 13 e 14% (b.u.), sendo um bom indicativo para a conservação da qualidade fisiológica. Virgolino et al. (2016) e Ferreira et al. (2017) verificaram que as sementes armazenadas em embalagens de kraft em ambiente natural teve maiores valores de condutividade elétrica do que as sementes armazenadas em *big bags* com ambientes refrigerados. No entanto, Carvalho et al. (2016) observaram que sementes de soja armazenadas em ambiente não refrigerado durante 210 dias

tiveram maior lixiviação de solutos, resultando em maiores leituras no teste de condutividade elétrica e redução da qualidade das sementes ao final do armazenamento.

Neves et al. (2016) observou em lotes de sementes de soja com resultados de condutividade elétrica em torno de 70-80 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, foram sujeitos a danos mecânicos e quando submetidas ao armazenamento podem apresentar baixo percentual de germinação.

Paraginski et al. (2015) estudando a qualidade de grãos de milho durante 12 meses de armazenamento em ambiente climatizado verificaram que nas temperaturas de 5 e 15 °C não foi observado aumento da condutividade elétrica, enquanto que na temperatura de 25 °C teve um aumento gradual, porém a temperatura de 35 °C observaram-se maiores valores de condutividade elétrica, já nos primeiros 3 meses de armazenamento.

De acordo com Carvalho et al. (2016) as sementes de soja armazenadas em embalagens de papel multifoliado, big bag e polipropileno tiveram um aumento da condutividade elétrica pela liberação de exsudatos, indicando maior deterioração das sementes ao longo do tempo de armazenamento.

Na avaliação do teste de germinação nas sementes de soja, com exceção da interação tempo de armazenamento x cultivares, todas as funções de variação foram significativas a 1% de probabilidade (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise de variância da germinação (%) das sementes de soja

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
CA	5	665,651042	133,130208	5,721	0,0001**
TA	3	1142,265625	380,755208	16,363	0,0000**
CL	1	619,921875	619,921875	26,641	0,0000**
CA x TA	15	1317,953125	87,863542	3,776	0,0000**
CA x CL	5	594,734375	118,946875	5,112	0,0002**
TA x CL	3	126,265625	42,088542	1,809	0,1482 ^{ns}
CA x TA x CL	15	1717,203125	114,480208	4,920	0,0000**
Erro	144	3350,750000	23,269097		
Total corrigido	191	9534,744792			

CV = 5,04%

Média geral = 95,63

Número de observações = 192

**Significativo a 1% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns}Não Significativo.

CA – Condição de armazenamento, TA – Tempo de armazenamento, CL – Cultivar com tecnologia RR e RR2, FV – Fator de variação, GL – Graus de liberdade, SQ – Soma quadrática, QM – Quadrado médio. FC – Valor F, Pr>Fc – probabilidade, CV – Coeficiente de variação.

De acordo com as Tabelas 8 e 9, observou-se que o percentual de germinação de sementes de cultivares de soja com tecnologia RR e RR2 reduziu ao longo do tempo de armazenamento de 99% a até 67,50%. Entre as cultivares, verificou-se que a RR2 manteve um maior percentual de germinação que a RR ao final dos seis meses de armazenamento. Em um estudo realizado por Smaniotto et al. (2014) com a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas, os autores verificaram que as sementes de soja com teores de água de 12, 13 e 14% (b.u.) resfriadas artificialmente a 20 °C mantiveram o poder germinativo das sementes até os 180 dias de armazenamento.

Tabela 8 - Avaliação da germinação (%) das sementes de soja em função das condições de armazenamento e tecnologia para cada tempo de armazenamento.

CARM	RR				RR2			
	Zero	Dois	Quatro	Seis	Zero	Dois	Quatro	Seis
ANER	95,50 Aa	97,25 Aa	85,50 Ac	89,50 BCb	99,00 Aa	100,00 Aa	95,00 ABb	95,00 Bb
ANEL	95,50 Aa	97,15 Aa	91,00 ABb	87,00 Bc	99,00 Aa	100,00 Aa	99,00 Aa	97,50 Ab
AMEP	95,50 Aa	96,30 Aa	97,50 Ba	67,50 Cb	99,00 Aa	100,00 Aa	93,00 ABc	97,50 Ab
ARER	95,50 Ab	99,23 Aa	97,50 Ba	99,00 Aa	99,00 Aa	99,50 Aa	98,50 Aa	99,50 Aa
AREL	95,50 Ab	99,50 Aa	90,50 ABc	98,00 Aa	99,00 Aa	99,50 Aa	98,50 Aa	99,50 Aa
AMREP	95,50 Aa	97,00 Aa	91,00 ABb	98,00 Aa	99,00 Aa	99,00 Aa	86,00 Bb	87,25 Cb

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cada tempo de armazenamento, maiúsculas nas colunas para cada condição de armazenamento.

Atmosfera natural + embalagem de rafia – ANER, atmosfera natural + embalagem de laminado – ANEL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno – AMEP, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de rafia – ARER, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de laminado – AREL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno + refrigerada (1 a 3 °C) – AMREP

Tabela 9 - Avaliação da germinação (%) das sementes de soja em função das condições e tempo de armazenamento para cada tecnologia.

CARM	Zero		Dois		Quatro		Seis	
	RR	RR2	RR	RR2	RR	RR2	RR	RR2
ANER	95,50 Ab	99,00 Aa	97,50 Ab	100,00 Aa	85,50 Ab	95,00 ABa	89,50 BCb	95,00 ABa
ANEL	95,50 Ab	99,00 Aa	97,50 Ab	100,00 Aa	91,00 ABb	99,00 Aa	87,00 Bb	97,50 Aa
AMEP	95,50 Ab	99,00 Aa	96,00 Ab	100,00 Aa	97,50 Ba	93,00 ABb	67,50 Cb	97,50 Aa
ARER	95,50 Ab	99,00 Aa	99,50 Aa	99,50 Aa	97,50 Ba	98,50 Aa	99,00 Aa	99,50 Aa
AREL	95,50 Ab	99,00 Aa	99,50 Aa	99,50 Aa	90,50 ABb	98,50 Aa	98,00 Aa	99,50 Aa
AMREP	95,50 Ab	99,00 Aa	97,00 Ab	99,00 Aa	91,00 ABa	86,00 Bb	98,00 Aa	87,25 Bb

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cultivar de soja, maiúsculas nas colunas para cada condição de armazenamento.

Atmosfera natural + embalagem de rafia – ANER, atmosfera natural + embalagem de laminado – ANEL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno – AMEP, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de rafia – ARER, atmosfera refrigerada (1 a 3 °C) + embalagem de laminado – AREL, atmosfera modificada (-14 PSI) + embalagem de polietileno + refrigerada (1 a 3 °C) – AMREP

Segundo Zuffo et al. (2017), o armazenamento em ambiente não climatizado de sementes de soja durante 240 dias provocou a redução do poder germinativo das sementes, registrando valores abaixo do padrão de comercialização. Porém, Carvalho et al. (2014) verificaram que o percentual de germinação de sementes de cultivares de soja submetidas ao armazenamento em ambiente não climatizado durante 210 dias reduziu significativamente, ficando abaixo dos padrões de comercialização. Na avaliação da germinação das sementes RR nas diferentes condições de armazenamento, verificou-se que o ARER, AREL e o AMREP conservaram a qualidade das sementes, constantemente, com alto percentual de germinação ao longo do tempo de armazenamento (acima de 90%), ao contrário ocorreu para as condições de AMEP, ANEL e ANER, as quais influenciaram na redução do percentual de germinação das sementes até 67,50%. Cardoso et al. (2012) e Bessa et al. (2015) avaliaram o potencial fisiológico de sementes de crambe no armazenamento em embalagens de sacaria de polipropileno trançado, metálica, garrafa plástica tipo PET e caixa de isopor, durante 270 dias. Segundo o que os autores observaram, o armazenamento em embalagem PET teve redução dos teores de água nas sementes ao final do tempo de armazenamento, enquanto que, a embalagem metálica obteve os melhores resultados de germinação. Em geral, a qualidade fisiológica das sementes de crambe diminuiu com o avanço do tempo de armazenamento. Analisando os resultados de germinação das sementes da cultivar com tecnologia RR2, observou-se que as condições AREL, ANEL, AMEP e ANER mantiveram a qualidade de germinação das sementes acima de 94% até o final do período de armazenamento, enquanto que, a condição AMREP teve os menores resultados de germinação, chegando a 85% ao final dos seis meses de armazenamento.

Por outro lado, Zuchi et al. (2013), verificaram efeitos benéficos da refrigeração quando avaliaram a germinação de sementes de soja armazenadas em diferentes condições. Segundo os autores durante os 120 dias de armazenamento não houve danos mecânicos nas sementes submetidas à refrigeração, testados via tetrazólio, obtendo-se resultados positivos de viabilidade e vigor.

Filho et al. (2013) experimentaram secar sementes de soja com temperatura do ar de 40 °C e encontraram resultados positivos ao longo do armazenamento em ambiente não climatizado durante 180 dias, quando as sementes se mantiveram

com um poder germinativo de 80%, ficando um percentual aceitável dentro do padrão de comercialização de sementes. Enquanto que, Virgolino et al. (2016) e Camilo et al. (2017) observaram maior percentual de sementes de soja germinadas quando armazenadas em ambientes resfriados artificialmente em embalagens de *big bags*, quando comparados ao armazenamento em embalagens de papel de Kraft em ambientes não climatizados.

Carvalho et al. (2014) e Conceição et al. (2016) avaliaram os efeitos de oito meses de armazenamento sobre a germinação de sementes de soja em ambiente não climatizado e observaram uma redução significativa para 85% de germinação a partir do quarto mês, no sexto mês reduziu para 69% de germinação e no oitavo mês para 55% de germinação. Segundo os autores, ao longo do tempo de armazenamento o teor de água das sementes também reduziu de 11,1 para 10,0% (b.u.). Neves et al. (2016) analisando sementes de soja durante o armazenamento de 180 dias em armazém não climatizado observaram aumento de danos mecânicos nas sementes observados pelo teste de tetrazólio e conseqüentemente redução do vigor e do percentual de sementes germinadas.

Zucareli et al. (2015) estudaram a qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca e observaram que no período de 18 meses houve redução da qualidade em função do aumento dos teores de água nas sementes armazenadas em ambiente não climatizado, comparados ao ambiente climatizado. Segundo os autores, a partir dos 12 meses de armazenamento os melhores resultados da primeira contagem da germinação foram obtidos nas sementes de feijão carioca armazenadas a 20 °C, enquanto que, os resultados do teste de germinação acompanharam essa tendência, bem como os resultados de condutividade elétrica, as quais tiveram resultados de 58,56 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ em sementes armazenadas em ambiente não climatizado e 55,90 $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ para sementes armazenadas em ambientes climatizados, no período de 18 meses.

Sarath et al. (2016) estudado o potencial fisiológico de sementes de amendoim submetidas a secagem a 40 °C, obtiveram 96% de germinação após 150 dias de armazenamento. Paraginski et al. (2015) avaliaram a qualidade de grãos de milho armazenados em temperaturas climatizadas a 5, 15, 25 e 35 °C ao longo de 12 meses de armazenamento, quando observaram-se em todas as temperaturas uma redução do percentual de germinação. Nas temperaturas de 5 e 15 °C ocorreram os

melhores resultados de germinação, na temperatura de 25 °C teve uma redução de 13,24% mantendo-se com 73,75% de germinação até o final dos 12 meses, enquanto que, na temperatura de 35 °C o percentual de germinação reduziu para 0% em 90 dias de armazenamento. Enquanto que, Carvalho et al. (2016) em estudos realizados com o armazenamento de sementes de soja em embalagens de papel multifoliado, *big bag* e polipropileno observaram que as sementes tiveram um desempenho similar quanto a redução da germinação e vigor, diferindo apenas entre os períodos de avaliação ao longo dos 8 meses de armazenamento.

6 CONCLUSÕES

Nas condições de atmosfera refrigerada e modificada as embalagens de rafia e polietileno não conservaram a qualidade das sementes ao longo do período de armazenamento.

A embalagem laminada em ambiente natural e rafia em atmosfera refrigerada obtiveram o melhor resultado de qualidade fisiológica das sementes ao final do tempo de armazenamento.

As sementes de soja da cultivar com tecnologia RR2 conservou melhor a qualidade fisiológica, durante o período de armazenamento.

Concluiu-se que a melhor alternativa para o armazenamento de sementes de soja ao longo de seis meses foram as embalagens laminadas em ambiente natural, equiparando-se quanto à qualidade ao armazenamento em embalagem laminada com ambiente refrigerado.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. W. S.; BRITO, D. R.; OOTANI, M. A.; FIDELIS, R. R.; PELUZIO, J. N. Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e microflora associada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 554-560, 2012.
- ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; FILHO, A. F. L.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R.; Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 606-613, 2009.
- ALVAREZ, M. F. Revisión: Envasado activo de los alimentos. **Food Science and Technology International**, v. 6, n. 2, p. 97-108. 2000.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/2810640/Embalagens/dc38bf4-15c0-4340-b9f8-63419742a5d8>>. Acesso em 8 de novembro de 2019.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SOUZA, A. R. L.; SILVA, L. X. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, p. 273-294, 2018.
- ATUNGULU, G. G.; OLATUNDE, G. A.; Assessment of New In-Bin Drying and Storage Technology for Soybean Seed. **Drying Technology**, v. 36 n. 5, 2017.
- BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S. M.; KUHN, P. R.; MIGLIORINI, P.; SANGIOGO, M.; KOCH, F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da região Norte do Rio Grande do Sul. **Revista Agrarian**, v. 9, n. 31, p. 1-10, 2016.
- BARÃO, M. Z. **Embalagens para produtos alimentícios**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2011.
- BESSA, J. F.V.; DONADON, J.R.; RESENDE, O.; ALVES, R.M.V.; SALES, J.D.F.; COSTA, L.M. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I - Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 224-230, 2015.
- BEULTER, N. A.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P.; BARBOSA, J. C.; Intervalo hídrico ótimo e produtividade de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 639-645, 2006.
- BRASIL. Instrução Normativa, nº. 45, de 17 de setembro de 2013. **Padrões de Identidade e Qualidade para a produção e a comercialização de sementes**. Seção 1. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União de 20/09/2013. Brasília.

BRODY, A. L.; STRUPINSKY, E. R.; KLINE, L. R. **Active Packaging for Food Applications**. New York: CRC Press, 2002, 220p.

CAMILO, G. L.; CASTELLANOS, C. I. S., SUÑÉ, A. S.; ALMEIDA, A. S.; SOARES, V. N.; TUNES, L. V. M. 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.

CAPILHEIRA, A. F. **Armazenamento de sementes de soja em embalagens permeável e hermética, com e sem atmosfera modificada**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambé em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M. Physiological quality of seeds in conventional and glyphosate-resistant soybean produced by foliar. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 219-228, 2014.

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; MAVAIEIE, D. P. R.; SILVA, H. W.; LOPES, C. G. M. Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. **Journal of Seeds Science**, v. 38, n. 2, p. 129-139, 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>. Acesso em 06 de abril de 2019.

CONCEIÇÃO, G. M.; LÚCIO, A. D.; MERTZ-HENNING, L. M.; HENNING, F. A.; BECHE, M.; ANDRADE, F. F. de. 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 silo-dryer-aerator for the storage of soybean grains. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, p. 279-285, 2018.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 17, n. 1, p. 7-14, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 06 de abril de 2019.

FABRIS, S.; FREIRE, M. T. de A.; REYES, F. G. R. Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 19, n. 2, 2006.

FARIA, R. Q.; MARQUES, J. F.; CONEGLIAN, A.; SANTOS, A. R. P. Soybean physiological damage analyses in different packaging during storage. In: ASABE Annual International Meeting. **Anais**. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2016.

FERREIRA, C. F.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; SOARES, V. N. Cooling of soybean seeds and physiological quality during storage. **Journal of Seed Science**. v. 39, n. 4, p. 385-392, 2017.

FILHO, J. M. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, p. 1-12, 2011.

GORGULHO, C. F. Embalagens. Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/arquivos/n16RadarTecnologico_Embalagem_verso26072018.pdf>. Acesso em 8 de novembro de 2019.

HENNING, A. S. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, F. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I. Embalagens de polipropileno trançado laminado para o armazenamento de sementes tratadas industrialmente. In: XXXV Reunião de Pesquisa de Soja. **Anais**. XXXV Reunião de Pesquisa de Soja, 2016.

JONG, A. R.; BOUMANS, T. S.; VEEN, J. V.; RIJK, R.; ZANDVOORT, M. V. Active and intelligent packaging for food: Is it the future, **Food Additives & Contaminants**. v. 22, n. 10, p. 975-979, 2005.

JUVINO, A. N. K.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; SALES, J. F. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 844–850, 2014.

KOHMANN, L. M.; MEDEIROS, J. F.; VIDOR, G.; RIBEIRO, J. L. D. Percepção e elasticidade de preço para embalagens sustentáveis de alimentos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 4, p. 875-888, 2016.

KOLCHINSKI, M. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intraespecífica da soja. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

LANDIM A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B. S.; MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, n. 26, v.1, p. 82-92. 2016.

LIMA, D. C.; DUTRA, A. S.; CAMILO, J. M. Physiological quality of sesame seeds during storage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 138-145, 2014a.

LIMA, J. M. E.; OLIVA, L. S. C.; SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, D. S.; Qualidade fisiológica de sementes de soja-hortaliça armazenadas em diferentes embalagens. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, 2014b.

MOTTA, I. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES, A. C. A.; BRACCINI, M. C. L. Características agronômicas e componentes de produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2000.

NEVES, J. M. G.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, H. P.; REIS, R. G. E.; ZUCHI, J.; VIEIRA, A. R. 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.

OLIVEIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; TEIXEIRA, F. G. Determinação da Força de Adesão da Metalização com Alumínio em filmes Plásticos Utilizados em Embalagens Flexíveis – Desenvolvimento e Validação de Metodologia. **Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 233-239, 2011.

OZDEMIR, M.; FLOROS, J. Active Food Packaging Technologies. **Food Science and Nutrition**. v. 44, n. 3, p. 185-193. 2004.

PARAGINSKI, R. T.; ROCKENBACH, B. A.; SANTOS, R. F.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. 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.

PESKE, S. T. Embalagem para sementes. **Revista Seednews**, v. 7, n. 2, p. 28-35, 2003.

QUARTIM, E. Embalagens metalizadas flexíveis I. **Embalagem Sustentável**. 2012. Disponível em <embalagensustentavel.com.br/2012/06/18/embalagens-metalizadas-i>. Acesso em 19 de outubro de 2019.

RIBEIRO, M. P. R.; FUJI, M. C. B. L.; VALÉRIO, C.; SANTO, B. F. N.; SABADIN, V. P. O marketing e a embalagem no desenvolvimento do produto “milhitos” elaborado na disciplina de projeto interdisciplinar em ciência e tecnologia de alimentos. In: 6ª Mostra Acadêmica UNIMEP. **Anais**. Mostra Acadêmica UNIMEP, 2008.

ROCHA, G. C.; NETO, A. R.; CRUZ, S. J. S.; CAMPOS, G. W. B.; CASTRO, A. C. O.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas. **Revista Científica**, v. 1, n. 5, p. 50-65, 2017.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 26, n. 1, p. 110-119, 2004.

SANTOS, J.; MUHL, F. R.; MOREIRA, A.; RITTER, F. S.; FELDMANN, N. A.; RHODEN, A.; BALBINOT, M.. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja produzidas no município de Frederico Westphalen/RS. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, p. 1-14, 2016.

SARANTÓPULOS, C. I. G. L; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**, Campinas: CETEA/ITAL, 2001, 213p.

SARATH, K. L. L.; GONELI, A. L. D.; FILHO, C. P. H.; MASETTO, T. E.; OBA, G. C. Physiological potential of peanut seeds submitted to drying and storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 233-240, 2016.

SILVA, T. A.; SILVA, P. B.; SILVA, E. A. A.; NAKAGAWA, J. CAVARIANI, C.; Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 227-332, 2016.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G.A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, V. Ambiente controlado para armazenamento e qualidade de sementes de soja em Roraima. **Embrapa Roraima**, 2006, 5p. (Comunicado Técnico, 14).

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CESAR, M. L.; SAROTTO, R. P. CAVARIANI, C. CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

VIEIRA, R. D.; KRZYŻANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 4-6.

VILELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Seed News**, v. 8, n. 4, p. 22-25, 2009.

VIRGOLINO, Z. Z.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D. N.; MARÇAL, K. A. F.; SALES, J. F. 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.; Brzezinski, C. J. A.; Werner, F.; Ramos Júnior, E. U.; Nakagawa, J. 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.

ZUCHI, J.; NETO, J. B. F.; SEDIYAMA, C. S.; FILHO, A. F. L.; REIS, M. S. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 3, p. 353-360, 2013.

ZUFFO, A. M.; ZAMBIAZZI, E. V.; STEINER, F. 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.