

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-  
AGRONOMIA

AERAÇÃO RESFRIADA DE SEMENTES DE SOJA  
ARMAZENADAS EM DIFERENTES EMBALAGENS

Autor: Zirvaldo Zenid Virgolino  
Orientador: Osvaldo Resende

Rio Verde – GO  
Dezembro – 2014

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DE AGRÁRIAS-  
AGRONOMIA

AERAÇÃO RESFRIADA DE SEMENTES DE SOJA  
ARMAZENADAS EM DIFERENTES EMBALAGENS

Autor: Zirvaldo Zenid Virgolino  
Orientador: Osvaldo Resende

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – Área de concentração Produção Vegetal Sustentável no Cerrado, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-AGRONOMIA.

Rio Verde – GO  
Dezembro – 2014

V816a Virgolino, Zirvaldo Zenid

Aeração resfriada de sementes de soja armazenadas em diferentes embalagens / Zirvaldo Zenid Virgolino. - 2014.

72 f. : il.

Orientador: Dr. Osvaldo Resende.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2014.

Bibliografia.

1. Armazenamento- Soja. 2. Temperatura. 3.Resfriamento.
4. Condições Ambientais I. Título. II. Instituto Federal Goiano

CDD 631.56

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS-AGRONOMIA**

**AERAÇÃO RESFRIADA DE SEMENTES DE SOJA ARMAZENADAS EM  
DIFERENTES EMBALAGENS**

Autor: Zirvaldo Zenid Virgolino  
Orientador: Dr. Osvaldo Resende

**TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de  
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado**

**APROVADA em**

Prof. Dr. Gustavo Simon  
Avaliador externo  
UNIRV

Dr. Jacson Zuchi  
Avaliador interno  
DCR/FAPEG - IF Goiano/RV

Prof. Dr. Osvaldo Resende  
Presidente da banca  
IF Goiano/RV

*A Deus, porque, no Seu plano insondável, sabe o porquê das sombras no caminho que  
me deu para trilhar.*

*Aos meus velhos pais, que sempre quiseram o melhor para seus dois filhos.*

*A meu único irmão e à sua filhinha,*

*Maria Helena,*

*essa grande e grata novidade em nossa vida.*

*A D. Helena (in memoriam), nordestina forte. Ida nos anos, calejada pela luta sofrida e  
incessante...e sempre tão aguerrida e generosa.*

*Ao José Dalmo, pela ajuda, quando parecia não haver saída, e pelas longas conversas  
iluminadas e cheias de inspiração.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde e a todos que nele e por ele trabalharam e trabalham, fazendo-o transformar-se em inegável centro de desenvolvimento regional;

Ao orientador, professor Dr. Osvaldo Resende, pela confiança transmitida aos seus orientados, através da postura séria e comprometida;

À coorientadora, professora Dr.<sup>a</sup> Juliana de Fátima Sales, pela sempre presente boa vontade e solicitude;

Aos alunos da iniciação científica, que muito cooperaram na realização desse trabalho, Douglas, Kaique e Rayr;

A todos os colegas, que num momento ou outro puderam colaborar;

À Sementes São Francisco, pelas condições materiais que tornaram possível este trabalho;

À Conab, na pessoa do Superintendente Regional de Goiás, Dr. Eurípedes Malaquias de Sousa, pelo imprescindível apoio;

À HIDROVOLT, pela cessão do equipamento elétrico de medição;

À CAPES, FINEP, CNPq, pelo indispensável apoio ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Zirvaldo Zenid Virgolino, nascido na cidade de São Paulo aos 30 dias do mês de janeiro de 1957.

É filho de Zacarias Ferreira Virgolino e Zenira Zenid Ferreira.

Recebeu sua formação escolar, até o ensino médio, na cidade de Anápolis.

Formou-se em Agronomia em 2004, pela Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

Em 2005, ingressou na Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, sendo designado para a unidade armazenadora de Rio Verde, onde atuou como gerente de 2006 a 2011.

Atualmente, gerencia a unidade armazenadora de Santa Helena de Goiás e é responsável técnico da unidade armazenadora de Paraúna.

## ÍNDICE GERAL

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xii
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. Revisão bibliográfica.....	3
2,1. Resfriamento de grãos armazenados.....	5
2.2 Influência da embalagem na qualidade fisiológica de sementes.....	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. Geral.....	11
3.2. Específicos.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1 Local do experimento.....	12
4.2 Material e procedimentos.....	12
4.3.Características analisadas.....	14
4.4.1. Teor de água.....	14
4.4.2. Massa específica aparente.....	14
4.4.3. Emergência.....	15
4.4.3.1. Plântulas normais.....	15

4.4.3.2. Número de plântulas normais.....	15
4.4.3.3. Comprimento de plântulas normais.....	15
4.4.3.3. Massa seca de plântulas normais.....	16
4.4.4. Condutividade elétrica.....	16
4.4.5. Envelhecimento acelerado.....	16
4.4.6. Teste de germinação.....	16
4.4.7. IVG.....	17
4.4.8. Análises estatísticas.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÕES.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

## ÍNDICE DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1 – Resumo da análise de variância para teor de água (TA), massa específica aparente (MEA) e condutividade elétrica (CE).....	20
Tabela 2 – Médias da condutividade elétrica para sementes de soja armazenadas em condições resfriadas e não resfriadas, nas diferentes embalagens.....	23
Tabela 3 – Resumo da análise de variância para IVG, Primeira Contagem (PC), Germinação (GER). Pelo teste de envelhecimento acelerado, IVG, Primeira Contagem (PC) e Germinação (GER).....	26
Tabela 4 – Médias do teste de primeira contagem da germinação das sementes resfriadas e não resfriadas, em <i>big bags</i> e em embalagens de papel <i>kraft</i> , durante o período de armazenamento.....	28
Tabela 5 – Resumo da análise de variância das avaliações de número de plântulas normais (NPN), massa seca de plântulas normais (MSPN) e comprimento de plântulas normais (CPN), pelos testes de germinação e envelhecimento acelerado.....	34

Tabela 6 – Médias da massa seca de plântulas normais pelo teste d germinação, comparadas entre diferentes tipos de embalagem e entr condições de resfriamento comprimento de plântulas normais (CPN), pelo testes de germinação e envelheciment acelerado.....	35
Tabela 7 – Resumo da análise de variância das avaliações do número de plântulas normais (NPN), massa seca de plântulas normais (MSPN) e comprimento de plântulas normais (CPN), pelo teste de emergência.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1 – Temperatura e UR do ar ambiente no período de armazenamento do experimento.....	19
Figura 2 – Temperaturas das sementes nos <i>big bags</i> com e sem resfriamento (A) e das sementes em embalagens de papel <i>kraft</i> , com e sem resfriamento, durante o período de armazenamento (B).....	19
Figura 3 – Teor de água das sementes de soja (TA) (% b.u.), armazenadas em embalagens de papel <i>kraft</i> e <i>big bags</i> , em função do tempo de armazenamento.....	21
Figura 4 – Dados experimentais e estimados da massa específica aparente (MEA) de sementes resfriadas e não resfriadas, ao longo do período de armazenamento.....	23
Figura 5 – Condutividade elétrica (CE) de sementes de soja em embalagens de papel <i>Kraft</i> e <i>big bag</i> , ao longo do período de armazenamento.....	25
Figura 6 – Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de soja, em função do tempo de armazenamento: embalagens de papel <i>kraft</i> e <i>big bag</i> (A) e resfriamento e não resfriadas(B).....	27

Figura 7 – Primeira contagem da germinação (PCG) para sementes resfriadas e não resfriadas, em <i>big bags</i> (A) e em embalagens de papel <i>kraft</i> (B) ao longo do período de armazenamento.....	29
Figura 8 – Dados experimentais e estimados do IVG pelo teste de envelhecimento acelerado, em função do tempo de armazenamento, para sementes acondicionadas em <i>big bags</i> e em embalagens de papel <i>kraft</i> .....	30
Figura 9 – Valores da primeira contagem de germinação (PCG), pelo teste de envelhecimento acelerado, para sementes em <i>big bags</i> e embaladas em papel <i>kraft</i> , submetidas ao resfriamento (A) e sem resfriamento (B), durante o armazenamento.....	32
Figura 10 – Dados experimentais da germinação (GER), pelo teste de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento, sob influência dos diferentes tratamentos.....	33
Figura 11 – Dados experimentais da influência da embalagem no número de plântulas normais (NPN), pelo teste da germinação, ao longo do período de armazenamento.....	35
Figura 12 – Dados experimentais do comprimento de plântulas normais (CPN), pelo teste da germinação, ao longo do período de armazenamento.....	36
Figura 13 – Médias das avaliações do número de plântulas normais, pelo teste de envelhecimento acelerado, comparando-se os dois tipos de embalagem com resfriamento (A) e sem resfriamento (B), e comparando-se, por tipo de embalagem, as condições com resfriamento (C) e sem resfriamento (D), ao longo do período de armazenamento.....	38
Figura 14 – Médias das avaliações do comprimento de plântulas normais (CPN), pelo teste de envelhecimento acelerado, comparando-se os dois tipos de embalagem com resfriamento (A) e sem resfriamento (B), e comparando-se, por tipo de embalagem, as condições com resfriamento (C) e sem resfriamento (D), ao longo do período de armazenamento.....	40
Figura 15 – Dados experimentais e estimados da massa seca de plântulas normais (MSPN), pelo teste de envelhecimento, ao longo do período de armazenamento.....	41

Figura 16 – Efeito do tempo de armazenagem no número de plântulas normais (NPN), pelo teste de emergência, para sementes resfriadas e não resfriadas em embalagens de <i>big bag</i> e de papel <i>kraft</i> .....	43
Figura 17 – Dados experimentais e estimados da massa seca de plântulas normais (MSPN), pelo teste de emergência, para embalagens de papel <i>kraft</i> e <i>big bags</i> ao longo do período de armazenamento.....	44
Figura 18 – Dados experimentais e estimados do comprimento de plântulas normais, pelo teste de emergência, para embalagens de <i>big bags</i> e papel <i>kraft</i> ao longo do período de armazenamento.....	45

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

% b.u.	percentual de teor de água em base úmida
°C	temperatura em graus Celcius
kg	kilogramas
h	horas
BTU	energia térmica
UBS	unidade de beneficiamento de sementes
rpm	rotações por minuto
$m^3 \cdot h^{-1}$	metro cúbico por hora
m	metro
mL	mililitro
UR	umidade relativa
% b.s.	percentual de teor de água em base seca
GL	grau de liberdade
TA	teor de água
MEA	massa específica aparente
CE	condutividade elétrica
CV	coeficiente de variação
$R^2$	coeficiente de determinação

$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$	micro Siemens por centímetro e por grama
IVG	índice de velocidade de germinação
PMC	primeira contagem de germinação
G	germinação
NPN	número de plântulas normais
MSPN	massa seca de plântulas normais
CPN	comprimento de plântulas normais

## RESUMO

VIRGOLINO, ZIRVALDO ZENID. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, dezembro de 2014. **Aeração Resfriada em Sementes de Soja Armazenadas em Diferentes Embalagens.** Osvaldo Resende “Orientador” e Juliana de Fátima Sales “Coorientadora”.

Em regiões tropicais e subtropicais, a conservação de grãos e sementes armazenados é dificultada pelas temperaturas elevadas e pelas acentuadas oscilações na umidade relativa. A utilização da aeração resfriada de grãos e sementes é uma alternativa promissora. Contudo, diferentemente do que ocorre com a aeração com ar ambiente, poucos estudos existem sobre a dinâmica e técnicas do resfriamento artificial de grãos e sementes. Assim, o objetivo nesse trabalho foi estudar o resfriamento das sementes de soja antes do armazenamento no vigor das sementes acondicionadas em duas embalagens, e armazenadas em ambiente não climatizado. 8.000 kg de sementes resfriadas a 18 °C e igual quantidade de sementes não resfriadas foram embaladas em sacos de papel *kraft* trifoliado com massa de 40 kg, arranjados em *pallets* com 50 volumes e empilhados. Igual quantidade de sementes resfriadas e não resfriadas foi acondicionada em *big bags* de polipropileno com capacidade para 1.000 kg, e dispostos sobre *pallets* no nível do piso. O experimento foi montado segundo o esquema em parcelas subdivididas 2 x 2 x 4, tendo nas parcelas as condições de armazenamento (resfriado e não resfriado, e embalagens em papel *kraft* e *big bags*) e nas subparcelas o tempo de armazenamento (0, 1, 2 e 3 meses), em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições. As sementes foram analisadas quanto ao teor de água e o

envelhecimento acelerado (primeira contagem e índice de velocidade de germinação). A temperatura das sementes resfriadas, em *big bags* e nas embalagens de papel *kraft*, igualaram-se à temperatura ambiente após dois meses iniciais do experimento. As embalagens *big bags* conservaram melhor o teor de água das sementes resfriadas que as embalagens de papel *kraft*. Não foram identificados efeitos destacados do resfriamento na germinação e no vigor das sementes de soja antes do armazenamento.

**Palavras-chave:** resfriamento, temperatura, armazenamento, condições ambientais

## ABSTRACT

VIRGOLINO, ZIRVALDO ZENID. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, December, 2014. **Aeration in soybean seeds stored in different packing.** Osvaldo Resende “Adviser” and Juliana de Fátima Sales “Co-adviser”.

In tropical and subtropical regions, the conservation of stored grains and seeds is hampered by high temperatures and the sharp swings in relative humidity. The use of chilled aeration grains and seeds are a promising alternative. However, unlike what happens with aeration with air, there are few studies about dynamics and techniques of artificial cooling grains and seeds. The objective in this work was to study the cooling effects of soybean seeds before storage on vigor of seeds in two types of packings, and stored in non air-conditioned environment. 8000 kg of seeds cooled to 18 ° C and an equal amount of seed not cooled were packed in layered 40 kg-mass Kraft paper bags, arranged on pallets with 50 volumes and stacked. Equal amount of cooled and not cooled seed was placed in big bags of polypropylene with a capacity of 1000 kg, and arranged on pallets at floor level. The experiment was carried out according to the scheme split plot 2 x 2 x 4, being the plots the storage conditions (cold and not cold, and packaging in kraft paper and big bags) and the subplots the storage time (0, 1, 2 and 3 months) in a completely randomized design with four replications. The seeds were analyzed for water content and accelerated aging (first count and germination speed index). The temperature of the chilled seed, in big bags, and the kraft paper packaging,

equated at room temperature after two months from the initial experiment. The big bags packaging retained better the water content of the cooled seeds than the kraft paper packaging. There were not identified cooling featured effects on germination and vigor of soybean seeds before storage.

**Key words:** cooling, temperature, storage, environmental conditions

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é a fonte de proteína vegetal mais disponível e que mais cresce no mundo. No Brasil, a produção média anual de sementes de soja de 1,3 milhões de toneladas (ABRASEM, 2014) está na base das safras crescentes da leguminosa. A CONAB prevê produção de 95.804,7 milhões de toneladas para a safra brasileira de 2015, que deverá superar a safra de 2014 em 11,2% (CONAB, 2014). Produções crescentes de soja não seriam possíveis sem o aporte de tecnologia em todas as etapas da cadeia produtiva da leguminosa, desde a pesquisa de novas variedades de sementes até o armazenamento.

Um dos problemas que a conservação de grãos e sementes ocorre durante o armazenamento, em regiões de clima quente é dificultado pelas temperaturas médias anuais elevadas e umidades relativas com oscilações de grande amplitude ao longo do ano.

A combinação dessas condições favorece o desenvolvimento de fatores de risco à qualidade de grãos agrícolas e sementes armazenados, quais sejam insetos-praga e fungos, que prejudicam o produto armazenado e contribuem para a diminuição do tempo de armazenagem segura. Citam-se também os ácaros de grãos e sementes armazenados. Menos danosos que insetos e fungos são contudo importantes, porque contribuem, com sua atividade biológica, para perturbar as condições de temperatura e umidade relativa adequadas de armazenagem.

Além dos danos por insetos-praga e fungos, temperatura ambiente elevada contribui para a perda de massa e do potencial alimentar do grão, por intensificar a taxa respiratória do produto vegetal armazenado.

Preventivamente, um dos recursos para minimizar ou evitar a ação de insetos e microrganismos é a aeração com ar natural. Esse recurso técnico opera reduzindo a temperatura da massa armazenada e com isso criando condições favoráveis à conservação.

A utilização eficiente da aeração, entretanto, exige conhecimentos das características do grão ou semente frente aos fatores de temperatura e umidade relativa. Assim, é comum que a operação da aeração seja conduzida de forma errática, em geral resultando na inversão do objetivo operacional corretivo e na amplificação dos danos que se pretendia corrigir, muitas vezes, com sérias consequências.

Outro recurso utilizado para a conservação de sementes é o armazenamento em câmara climatizada, com controle de temperatura e umidade relativa. As sementes, depois de embaladas, permanecem na câmara até a expedição. Tem a desvantagem de apresentar custo de instalação elevado.

Ultimamente, tem sido utilizada a aeração artificialmente resfriada para grãos e sementes. Trata-se de equipamento sobre rodas que pode ser conectado a silos, armazéns graneleiros ou outro compartimento de armazenagem. No caso de sementes, o resfriamento ocorre após o beneficiamento, na unidade de beneficiamento de sementes – UBS, e antes do ensaque. O armazenamento é feito em ambiente não climatizado. Ao contrário da aeração com ar natural, largamente estudada, existem poucos estudos sobre a aeração com ar artificialmente resfriado.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O consumo crescente de soja e a exigência por maiores produtividades faz com que as pesquisas da cultura se multipliquem em todas as áreas. A produção de sementes é particularmente importante, porque nela reside a base do potencial produtivo da planta. No Brasil, a produção de sementes encontra dificuldades em função do clima tropical. De acordo com Minuzzi et al. (2010), temperaturas e umidades relativas elevadas em ambientes tropicais e subtropicais tornam difícil a produção de semente de soja de boa qualidade e a manutenção do vigor durante o armazenamento.

O armazenamento constitui um dos pontos críticos na cadeia agrícola, sendo a etapa que a semente fica mais susceptível aos danos que comprometem sua integridade fisiológica, dependendo da duração da estocagem e do manejo adotado, acarretando inclusive riscos econômicos. Sobre isso, destacam Faroni et al. (2009) que as perdas quanti-qualitativas na pós-colheita podem afetar o valor do produto, por não serem bem controladas e porque as sementes ficam constantemente submetidas a fatores externos.

Alves et al. (2006) demonstram a importância do armazenamento, definindo-o como um ecossistema, isto é, um sistema em que ocorrem interações entre fatores bióticos e abióticos, capaz de gerar nas sementes mudanças qualitativas e quantitativas ocasionadas por interações físicas, químicas e biológicas. As condições de temperatura, umidade relativa, concentração de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> intergranulares, danos causados por pragas

e infecção por microrganismos são os fatores que mais fortemente afetam o produto na armazenagem.

No campo, o ponto de maturidade fisiológica seria a situação ideal para colheita da semente, porque se encontra no ponto máximo de vigor e acúmulo de reservas, mas, como ressalta Avelar et al. (2011), sendo ainda elevado o teor de água, de aproximadamente 50% (b.u.), a colheita mecanizada se torna operação de risco, pela possibilidade maior de danos mecânicos causados à semente na operação de colheita. Desse modo, permanece a semente na planta, até que o teor de água baixe a níveis que permitam a colheita. Além das situações adversas que comprometem a qualidade fisiológica da semente, inicia-se, naturalmente, e de maneira irreversível, após o ponto de maturidade fisiológica, um processo gradual de perda de vigor e da capacidade germinativa denominado deterioração, que culmina com a morte da semente. As condições da armazenagem podem retardar a evolução desse processo ou acelerá-lo.

Além da deterioração, outros fatores extrínsecos constituem risco à conservação da semente durante a armazenagem. As pragas de grãos armazenados representam o principal fator de risco. De acordo com Faroni et al. (2008), a maioria das pragas de armazenagem é de origem tropical e subtropical e a faixa de temperatura ideal para o seu desenvolvimento se situa entre 27 e 34 °C, sendo consideradas ideais as temperaturas entre 29 e 30 °C.

Simioni et al. (2007) afirmam que o grau de umidade do grão e a temperatura no ambiente de armazenamento podem determinar a intensidade de danos por fungos e insetos-praga. No caso dos fungos de grãos armazenados, responsáveis pela produção da maioria das substâncias toxicogênicas (RUPOLLO et al., 2006), de acordo com Christensen & Kaufmann (1969), os comuns crescem mais rapidamente em temperaturas entre 30 °C e 32 °C.

Citam-se também os ácaros, que embora apresentem menor potencial de danos que insetos e fungos, geram condições insatisfatórias aos grãos armazenados, pela produção de vapor d'água, elevação da temperatura e presença de dejetos. Sousa et al. (2005) associam o desenvolvimento desses artrópodes a extremos de temperatura encontrados nas condições artificiais de armazenagem.

Labbé (2003) ressalta que o armazenamento de sementes em condições controladas de temperatura e umidade permite conservá-las por longos períodos de tempo.

Sobre as condições climáticas, Demito & Afonso (2009) acrescentam que a temperatura e o teor de água são fatores fundamentais para a manutenção da qualidade fisiológica e sanitária da semente de soja armazenada.

Nesse sentido, a aeração é o recurso operacional mais utilizado para executar o controle de temperatura. Lopes et al. (2010) afirmam que a principal finalidade da aeração é manter o ambiente de armazenamento em condições que minimizem a migração de umidade através da massa de grãos ou sementes armazenados, retardando, por consequência, o processo de deterioração, e impedindo também a proliferação de insetos e fungos. A aeração desempenha o mesmo papel na conservação sementes. Para Silva et al. (2008), é esse o objetivo do sistema de aeração, desde que bem projetado e construído (OLIVEIRA, 2007), de maneira que a otimizar a operação, é possibilitar o surgimento de condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento de fungos, insetos e ácaros. Ressalta-se, entretanto, que os efeitos desejáveis da aeração só ocorrem em condições de baixas temperaturas ambientais.

Nos meses mais frios do ano, quando as temperaturas em estados da região Centro-Oeste ficam entre 12 °C e 18 °C, segundo Demito & Afonso (2009), a aeração é importante. Além disso, nos lugares em que o período frio do ano tem curta duração, a propriedade que grãos vegetais apresentam de baixa condutividade térmica permite manter a temperatura de grãos e sementes resfriados, dependendo do volume, por alguns dias, representando uma vantagem, pois mesmo sob temperaturas ambientais mais altas, o produto armazenado se mantém em condições adequadas.

### 1. Resfriamento de grãos armazenados

A importância do frio para a conservação de alimentos pode ser depreendida do conceito denominado Cadeia do Frio, que, definido por Pereira et al. (2010) como todo o processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos, com controle da baixa temperatura. Embora esse conceito esteja mais voltado à conservação de produtos alimentícios sob temperaturas muito baixas, o uso do frio, isto é, de temperaturas moderadamente baixas, na conservação de grãos vegetais e sementes vem ampliá-lo, vez que o fundamento é o mesmo.

No Brasil, o estudo do resfriamento com a finalidade de conservação de grãos e sementes armazenados teve início na década de 1980 (ZUCHI, 2013). Na região Centro-Oeste, o emprego desse modo alternativo de manejo operacional vem paulatinamente crescendo ao longo dos últimos anos. Deve-se considerar, contudo, que os poucos estudos desenvolvidos no Brasil sobre o assunto vêm confirmando os resultados satisfatórios proporcionados em termos de conservação e manutenção da qualidade do produto armazenado.

Deve-se salientar que o uso dessa tecnologia com o propósito de conservação de sementes se coloca ao lado de outras alternativas desenvolvidas com a mesma finalidade, como o condicionamento fisiológico (GIURIZATTO et al., 2008).

Uma possível restrição à utilização do resfriamento na região diz respeito ao consumo da energia elétrica necessária à consecução da redução uniforme e integral de temperatura nos silos. Isso porque, em termos econômicos, poderia elevar os custos da armazenagem e inviabilizar o emprego da tecnologia. Em virtude das condições climáticas predominantes, acredita-se que o tempo de operação e o consumo de energia teriam peso deficitário nos custos operacionais.

Dois estudos sobre esse aspecto tiveram resultados distintos. Volk & Afonso (2009), testando o resfriamento de trigo armazenado em três silos de concreto em Palotina, PR, concluíram que o consumo de energia elétrica do sistema de resfriamento em período de tempo de 303 horas para um dos silos e, para os outros dois, 249 horas foi superior ao do sistema de aeração convencional dos silos, utilizando motores de 40 cv e 25 cv, e funcionando por 45 e 55 h mês<sup>-1</sup>, respectivamente. Por outro lado, Lacerda Filho et al. (2007), comparando o comportamento de milho resfriado artificialmente, estocado em um silo com capacidade estática de 16 x 10<sup>3</sup> toneladas, e outro naturalmente aerado, em Lucas do Rio Verde, MT, concluíram que o consumo de energia elétrica no resfriamento utilizando equipamento com potência de 180 kW, depois de 872,86 h, foi aproximadamente 62% menor que o uso de energia elétrica no silo aerado com ar ambiente, o qual utilizava dois motores elétricos com potência de 55,2 kW, operados simultaneamente.

É esperado que o resfriamento artificial, além de manutenção da qualidade fisiológica da semente e da ampliação do tempo de armazenagem, também proporcione outras vantagens importantes, como o controle de microrganismos e de pragas. Nesse sentido, há trabalho que demonstra a eficácia do recurso no controle de pragas de grãos

armazenados (QUIRINO et al., 2013). Rigueira et al. (2009) afirmam que o processo de resfriamento da massa armazenada é uma técnica eficaz e econômica para a manutenção da qualidade do produto, pois diminui a atividade de água e reduz a taxa respiratória dos grãos, retardando também o desenvolvimento dos insetos-praga e da microflora presente, independentemente das condições climáticas da região. Destacam, entretanto, que o sucesso da aplicação da técnica depende do conhecimento das características físicas, químicas e biológicas dos grãos.

Lazzari et al. (2006) conduzindo experimento com  $5 \times 10^3$  toneladas de arroz armazenado em silo metálico infestado com o inseto-praga *Sitophilus* spp, aeraram o produto com ar artificialmente resfriado por 240 h, partindo de 27 °C de temperatura, até atingir aproximadamente 15 °C, e avaliaram o comportamento de três importantes insetos de grãos armazenados expostos a baixas temperaturas. A avaliação mostrou que a população de todos os insetos capturados sofreu redução quando a temperatura média do arroz foi de 14,5 °C e a da superfície da massa de grãos permaneceu em 18,8 °C. Com a posterior elevação da temperatura a população de insetos voltou a crescer.

Cardoso et al. (2004) concluíram que lotes de 1.200 embalagens de 60 kg de sementes de soja da Cultivar Ocepar-13, safra 98/99, tratadas com fungicida, submetidas a resfriamento artificial e armazenadas por oito meses a temperatura de 20 °C, nos primeiros 60 dias, e 25 °C nos próximos 200 dias, em Maracaju, MS, apresentaram melhor desempenho apenas nos períodos iniciais de armazenamento. No mesmo experimento, os autores avaliaram também o vigor das sementes, concluindo que as embalagens que foram melhor refrigeradas, pela posição na pilha apresentaram nos primeiros 30 dias de armazenagem melhor vigor que as demais.

Lacerda Filho et al. (2008), diminuíram a temperatura de  $60 \times 10^3$  toneladas de milho armazenado em graneleiro na região de Jataí, GO, de 20 a 25 °C para valores entre 11,3 e 17,2 °C, durante cinco semanas, e concluíram que, nos 125 dias em que o produto permaneceu resfriado, a operação de resfriamento apresentou menores custo, tempo de operação e índice de secagem do produto. Concluíram também que com aeração com ar ambiente não foi possível alcançar em todos os níveis da massa de grãos as mesmas temperaturas geradas pelo resfriamento neste período.

Quanto à tecnologia de resfriamento disponível, segundo Labbé (2003), dois sistemas existem no Brasil, conhecidos como Frioequável e Granifrigor™. Em ambos o ar passa por serpentinas de refrigeração, e é condensada a umidade, formando-se gelo.

Em volta da serpentina, é ligado periodicamente um elemento aquecedor para derreter o gelo, sendo a água drenada para fora do armazém. O sistema Frioequável é estacionário e controla, além da temperatura, a umidade do ar. Tem a desvantagem de exigir instalações termicamente vedadas. É por isso utilizado em armazéns convencionais, no controle higroscópico e térmico de produtos ensacados. A tecnologia Granifrigor™ não controla a umidade do ar, mas apresenta a vantagem de ser móvel, adaptando-se operacionalmente aos produtos armazenados embalados e a granel.

Segundo Labbé (2003) os aparelhos de ar condicionado também podem ser empregados para resfriar grãos. Os aparelhos de ar condicionado comuns, com capacidade suficiente de resfriamento ( $18 \times 10^3$  BTUs), podem ser utilizados em câmaras de conservação ( $100 \text{ m}^3$ ) ou armazéns fechados, em que são requeridas condições de temperatura em torno de  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  e umidades relativas de 55 a 65%. Entretanto, a desumidificação é uma operação à parte, que, de acordo com o autor, pode ser realizada com desumidificadores domésticos, se a armazenagem tiver duração média, ou por meio de dessecantes inertes, como a sílica gel, no caso de armazenagem com tempo superior a um ano ou de sementes de alto valor, por causa do custo elevado dos dessecantes e da manutenção requerida.

O tratamento a frio de grãos agrícolas e sementes pode ser classificado em resfriamento estático, sendo esse o caso de silos ou outra estrutura armazenadora, em que, pelo produto contido e em repouso, flui determinado volume de ar frio, até que seja atingida a temperatura desejada; e o resfriamento dinâmico, utilizado no resfriamento de sementes. Nesse método, a semente, em processo contínuo, é resfriada depois de passar pela Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS). Zuchi et al. (2013) testaram esse método em Campo Grande, MT. Os pesquisadores avaliaram a qualidade fisiológica de três cultivares de sementes de soja, durante 120 dias. A temperatura inicial das sementes embaladas ficou em torno de  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Os resultados mostraram que a qualidade fisiológica das sementes resfriadas e não resfriadas se manteve alta e equivalente. Os pesquisadores atribuíram o resultado a alta qualidade das três cultivares de sementes.

## 2 – Influência da embalagem na qualidade fisiológica da semente

A forma de acondicionamento exerce influência na qualidade fisiológica da semente (CORLETT et al., 2007). Poppinigi (1976) cita que as embalagens, além do aspecto comercial, que engloba transporte, aspectos mercadológicos e armazenamento,

deve atender também à finalidade de proteção da semente contra variações de umidade relativa, ataque de insetos, de roedores e danos mecânicos.

Silva et al. (2010) situam o início da armazenagem no momento em que a semente atinge seu ponto de maturidade fisiológica. Segundo eles, a partir desse momento, condições ambientais e manejo passam a influenciar o processo de deterioração, intensificando-o ou retardando-o. Desse modo, o acondicionamento da semente pode ser considerado parte integrante do processo de armazenagem, porque, além das funções de proteção, transporte, mercadológica e do armazenamento em si, pode, em função do material da embalagem, exercer maior ou menor controle na resposta da semente às variações ambientais de temperatura e umidade relativa, ambos constituindo-se nos principais parâmetros climáticos no que diz respeito ao tempo de armazenagem, por influir na qualidade fisiológica da semente. Particularmente, o teor de água é de fundamental importância, pela relação direta com a atividade de água da semente. Elevando-se a atividade biológica veiculada pela água, intensifica-se o processo irreversível de deterioração, bem como aumenta a atividade microbiológica. Ambos os fatores, associados ou isoladamente, comprometem a qualidade fisiológica da semente.

Baudet (2003) classifica as embalagens em permeáveis, semipermeável e impermeáveis, segundo a propriedade que apresentam de permitir trocas de gases e de vapor d'água com o ambiente. Embalagens de juta, papel ou tecido de qualquer material trançado são exemplos de embalagens permeáveis. Plásticos de baixa espessura são consideradas embalagens semipermeável e recipientes metálicos, de vidro e garrafas pet bem vedadas, são exemplos de embalagens impermeáveis. As embalagens herméticas proporcionam acondicionamento estanque e são por isso consideradas mais adequadas, desde que observados os teores de água da semente.

Silva et al. (2010), trabalhando com sementes de milho, arroz e feijão, com teores de água de 10,7; 11,1 e 11,8% (b.u.), respectivamente, acondicionadas em embalagens impermeáveis, semipermeáveis e dois tipos de permeáveis, armazenadas durante oito meses, verificaram que as embalagens impermeáveis e semipermeáveis foram superiores às permeáveis nos testes de teor de água. Observaram que sementes armazenadas em embalagens impermeáveis e semipermeáveis apresentaram menores reduções de vigor ao longo do tempo de armazenamento.

Antonello et al. (2009) compararam embalagens de algodão e plástica na armazenagem de três diferentes tipos de milho crioulo durante seis meses em ambiente não controlado e notaram que a embalagem plástica proporcionou a manutenção da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes, com menor incidência de insetos e fungos, e que as variedades acondicionadas em embalagem de algodão, com exceção de uma, apresentaram elevada incidência de insetos.

### 3. OBJETIVOS

#### **Geral**

Verificar, em sementes de soja resfriadas previamente ao acondicionamento em embalagens de papel *kraft* e em *big bags*, e armazenadas em ambiente não climatizado, os efeitos do tempo de armazenamento.

#### **Específicos**

- Avaliar a temperatura da massa de sementes de soja ao longo do tempo de armazenamento;
- Avaliar a viabilidade e o vigor das sementes de soja resfriadas antes do processo de embalagem, bem como ao longo do armazenamento em ambiente não climatizado durante três meses.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido na unidade armazenadora da empresa Sementes São Francisco Ltda., situada na zona rural do município de Rio Verde, a 970 metros de altitude, nas coordenadas 17°29'36,73" S e 51°36'6,19" O.

### 4.2. Material e procedimentos

Foram utilizadas sementes de soja da cultivar NA 7337 RR, de ciclo médio, colhidas mecanicamente, em março de 2013. Depois da colheita, com teor de água médio de 18,0 (% b.u.), as sementes foram transportadas do campo em caminhões graneleiros e recebidas em moegas. O produto foi submetido a pré-limpeza, em máquina de ar e peneiras, para retirada de partículas maiores, sendo depois pré-classificado, em peneiras de 8 mm, de furo circular, e 4,75 mm, com perfuração oblonga. A secagem foi realizada em secador de fluxo cruzado, KW 60, com temperatura máxima de 40 °C, sendo retirado com teor de água de 13,5 (% b.u.). Em seguida, as sementes foram conduzidas para o processo de pós-limpeza, para retirada de cotilédones e impureza fina, antes de serem armazenadas em silo metálico de fundo plano com capacidade para 4.200 toneladas.

As sementes passaram por duas etapas de resfriamento. A primeira etapa ocorreu no silo, em que as sementes foram resfriadas do início ao fim do carregamento. A operação de resfriamento durou 19 dias, até que atingissem a temperatura de 20°C. Dois

meses depois, ainda no silo, as sementes passaram por outro resfriamento de reforço, com duração de sete dias.

As sementes foram retiradas do silo e encaminhadas até a Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) por meio de carretas com capacidade para 32 toneladas e descarregadas em moegas próprias, e passaram pela etapa de limpeza em máquina operada unicamente a ar, com capacidade para 120 toneladas por hora, e pelas etapas de separação das sementes por tamanho, em equipamentos com peneiras com furos de diferentes diâmetros; por massa específica aparente, em mesa densimétrica; e forma, em separadores espirais.

Em seguida ao processo de beneficiamento, iniciou-se a segunda etapa de resfriamento, em que as sementes foram resfriadas a granel, em caixas de concreto com capacidade para 120 toneladas, até atingirem a temperatura média de 18 °C, utilizando-se para tal um equipamento resfriador da marca COOL SEED, modelo PC 40, acionado por um motor elétrico de 70 cv, que, a 1.750 rpm, produzia vazão máxima nominal de  $15,5 \times 10^2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  e pressão estática de 140 m.c.a. O equipamento reduziu a umidade do ar de resfriamento em aproximadamente 15%.

Retirou-se a primeira amostra do produto, sem resfriamento, antes do acondicionamento. O tempo de contagem do período de armazenamento se iniciou nos tempos 1, 2 e 3 (meses), depois que as sementes foram resfriadas e embaladas, e dispostas no local definitivo do experimento.

Para o acondicionamento, utilizaram-se  $8 \times 10^3$  kg de sementes, que foram acondicionadas em embalagens de papel *kraft* trifoliado com massa de 40 kg, arranjadas em *pallets* com 50 volumes e empilhadas.  $8 \times 10^3$  kg de sementes resfriadas foram acondicionado em *big bags* com capacidade para  $10^3$  kg e dispostos sobre *pallets* no nível do piso. Foi utilizada igual quantidade de sementes não resfriadas, também acondicionadas em embalagens de papel *kraft* e em *big bags*, e dispostas juntamente às sementes resfriadas, observando-se o mesmo arranjo de empilhamento, no caso das ensacadas, e disposição, no caso dos *big bags*.

As sementes foram estocadas em armazém sem iluminação e ventilação natural, medindo 115 x 30 m, e pé-direito de 6,70 m, telhado metálico em arco, sem isolamento térmico, com flecha de 5,5 m. As paredes do armazém foram erguidas com tijolos cerâmicos expostos lisos, com 15 cm de largura, e o piso, feito em concreto. A temperatura dos lotes de sementes resfriadas e não resfriadas, durante o tempo de

armazenamento, foram medidas inicialmente a cada semana, e, depois de verificada que a temperatura da massa de sementes oscilava em função da temperatura ambiente, as leituras passaram a ser quinzenais.

O monitoramento das temperaturas nos *big bags* foi realizado em três profundidades (base, mediana e superior) com cinco medições por camada (uma no centro e quatro ao longo da circunferência). As pilhas, formadas por *pallet* comportando dez camadas de cinco embalagens de papel *kraft*, foram divididas em três pares de camadas (duas basais, duas medianas e duas superiores), e tomadas cinco medidas por par, distribuídas em cada uma das quatro faces da pilha. Em cada *big bag* e *pallet* foram monitorados 15 pontos de temperatura. Foram utilizados, para medição da temperatura das sementes ensacadas e nos *big bags*, termômetros tipo espeto, com haste inox, e com precisão de uma casa decimal.

A temperatura e a umidade relativa dos ambientes de armazenamento foram monitoradas, diariamente, por meio de termohigrômetro digital da Marca NOVUS, modelo LOGBOX-RHT-LCD, com capacidade para 32.000 registros, programado para armazenar os dados a cada 20 minutos.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, foram conduzidas coletas de amostras simples em seis sacos de cada face da pilha. Nos *big bags*, foram retirados, na base e nas partes mediana e superior, o total de 15 amostras, somando cinco coletas ao longo da circunferência e no centro, em cada nível do *big bag*. As amostras simples de cada repetição dos tratamentos foram homogeneizadas para se obter uma amostra composta, as quais foram reduzidas para compor amostras de trabalho com 3,0 kg. As amostras das sementes resfriadas e não resfriadas foram submetidas aos testes de teor de água, massa específica aparente, condutividade elétrica, germinação, envelhecimento acelerado e teste de emergência em areia.

### 4.3. Características avaliadas

#### 4.3.1 Teor de água

O teor de água foi determinado pelo método de estufa a 105 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009).

#### 4.3.2 Massa específica aparente

Utilizou-se de cada sub-repetição uma amostra que preenchesse um

recipiente metálico com capacidade para 90 gramas, que então foi levado ao *kit* de peso hectolitro para aplicação da seguinte técnica de preenchimento do receptáculo: a amostra foi colocada sob o funil do *kit*. Em seguida, um registro na base do funil foi aberto e a amostra despejada no centro do receptáculo, até preenchimento integral. O excesso de amostra foi retirado por meio de uma régua de madeira, mantida em ângulo em torno de 45° com o plano horizontal da abertura do receptáculo. De um lado da abertura ao lado oposto régua foi movimentada em zigue-zague, até a retirada total do excesso de amostra. O recipiente contendo a amostra foi pesado em balança eletrônica digital, da marca SHIMADZU, modelo B13200H, com precisão de duas casas decimais. A determinação da massa específica aparente foi feita subtraindo-se do total a massa do receptáculo e em seguida dividindo-se a massa líquida pelo volume do receptáculo.

#### 4.3.3 Emergência

As sementes de cada repetição foram semeadas em pelo menos 1 cm de profundidade e 2 cm de distância em canteiros de areia lavada. Foram avaliadas, após quatorze dias a massa seca e o comprimento das plântulas normais, sendo consideradas normais as plântulas com todas as estruturas intactas, com comprimento mínimo de 5 cm, cotilédones totalmente expandidos (verdes) e formação de pelo menos um par de folhas. As plântulas com ausência de raízes secundárias, cotilédones danificados e gema apical seccionada foram consideradas como anormais.

4.3.3.1 plântulas normais: foram avaliadas plântulas com uma das seguintes características:

- apresentando todas suas estruturas intactas; - raiz primária longa com mínimo de 3 cm e formação de raízes secundárias; - comprimento das plântulas igual ou superior a cinco centímetros; - hipocótilo e epicótilo alongados; - presença dos dois cotilédones (NAKAGAWA, 1999).

4.3.3.2 número de plântulas normais – foram separadas e contadas, em cada sub-repetição, plântulas germinadas com um centímetro ou mais de comprimento, após cinco e oito dias da semeadura, com todas as estruturas intactas (NAKAGAWA, 1999).

4.3.3.3 comprimento de plântulas normais – foram separadas ao acaso, em cada sub-repetição, dez plântulas que apresentassem todas a estruturas presentes e normais, que foram medidas, uma a uma, desde a gema apical até a ponta da raiz mais longa, por meio de régua graduada em milímetros (NAKAGAWA, 1999).

4.3.3.4 massa seca de plântulas normais – As dez plântulas separadas ao acaso, após a medição, foram colocadas em saquinhos de papel, identificados e colocados em estufa com circulação forçada de ar, por 72 horas, a 65 °C, sendo, ao final desse tempo, pesadas em balança eletrônica digital, marca SHIMADZU, modelo B13200H, com precisão de duas casas decimais (NAKAGAWA, 1994).

#### 4.3.4 Condutividade elétrica

As sementes de cada repetição foram previamente pesadas, em seguida submersas em 75 ml de água deionizada e mantidas em BOD a 25°C por 24h, sem interferência de luz. A medição da condutividade elétrica foi feita por meio de um condutivímetro digital, mediante a imersão integral do sensor na solução, sem tocar as sementes, após a estabilização da leitura no indicador (VIEIRA & KRZYZANOWISK, 1999).

#### 4.3.5 Envelhecimento acelerado

Uma amostra de 200 sementes foi colocada em caixa tipo gerbox com tela, contendo 40 mL de água destilada, mantidas em germinador regulado a 41 °C por 48h. Após o período de envelhecimento, quatro repetições de 50 sementes foram colocadas para germinar e as avaliações procedidas foram IVG e teste de germinação. As avaliações de plântulas normais, número de plântulas normais, comprimento de plântulas normais e massa seca de plântulas normais foram determinadas conforme itens 3.3.3 e 3.3.4.

#### 4.3.6 Teste de Germinação

Para a realização do teste foram utilizadas quatro repetições de 200 sementes, por tratamento. A semeadura foi realizada em papel germitest umedecido com água destilada, em quantidade 2,5 vezes a massa do papel seco, em que duas folhas do papel foram utilizadas como substrato no qual as sementes foram semeadas uniformemente.

Depois de identificadas, foram colocadas em germinador regulado a 25 °C. O número de sementes germinadas (considerando radícula com 1 cm - raiz primária) foi expresso em percentagem

Após a instalação do experimento, foi efetuada a primeira contagem de sementes germinadas no quinto dia, sendo este utilizado como um dos testes de vigor. A segunda contagem foi efetuada aos oito dias, avaliando-se o número de plântulas normais.

As avaliações de plântulas normais, número de plântulas normais, comprimento de plântulas normais e massa seca de plântulas normais foram determinadas conforme item 4.3.

#### 4.3.7 IVG

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado de acordo com a fórmula de Maguire (1962).  $IVG = G1/N1 + G2/N2 \dots + Gn/Nn$ , em que G1, G2, Gn = número de sementes germinadas da primeira, segunda até a última contagem e N1, N2, Nn = número de dias do primeiro até a última contagem. Foram consideradas germinadas as sementes com radícula medindo pelo menos 1 cm.

#### 4.4. Análises estatísticas

O experimento foi montado em esquema de parcela subdividida no tempo 2 x 2 x 4, sendo as parcelas as condições de armazenamento (resfriado e não resfriado e as embalagens em papel *kraft* e *big bags*) e as subparcelas o tempo de armazenamento (0, 1, 2 e 3 meses), em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os dados foram submetidos inicialmente à análise de variância e regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância. Para o fator quantitativo (meses) os dados foram analisados por meio de regressão.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura e umidade relativa (UR) no ambiente de armazenagem estão apresentadas na Figura 1 e, na Figura 2, a temperatura das sementes nos *big bags* e nas embalagens de papel *kraft*. Observa-se que a temperatura no armazém variou em uma estreita faixa. Esse fato pode ser explicado pelo microclima produzido no ambiente por dois fatores: as características construtivas do armazém, cujas paredes foram erguidas em cerâmica com altura de seis metros, o piso foi feito em concreto; sem janelas e teto metálico em arco, que possibilitaram a formação de isolamento térmico, e a presença no armazém de  $9 \times 10^3$  toneladas de soja resfriada, armazenada em *big bags* em pilhas de três camadas, ao longo do período de armazenamento, contribuindo para manter a temperatura interna inferior à externa. Nas Figuras 2A e 2B, nota-se que as duas embalagens praticamente não contribuíram para isolar a temperatura das sementes resfriadas, embora os *big bags* tenham prolongado mais que as embalagens de papel *kraft* a temperatura inicial de resfriamento das sementes. É possível que a explicação esteja na massa de  $10^3$  kg de sementes resfriadas comportada pelo *big bag*, que contribuiu para retardar o estabelecimento do equilíbrio térmico com o ambiente de armazenagem, cuja temperatura média ao longo do período de armazenamento foi de 21,2 °C. A partir de julho, a temperatura das sementes resfriadas se elevou, igualando-se ao controle. O teor de água das sementes no período variou entre  $8,75 \pm 0,3$ (% b.u.) e  $10,71 \pm 0,3$  (% b.u.).

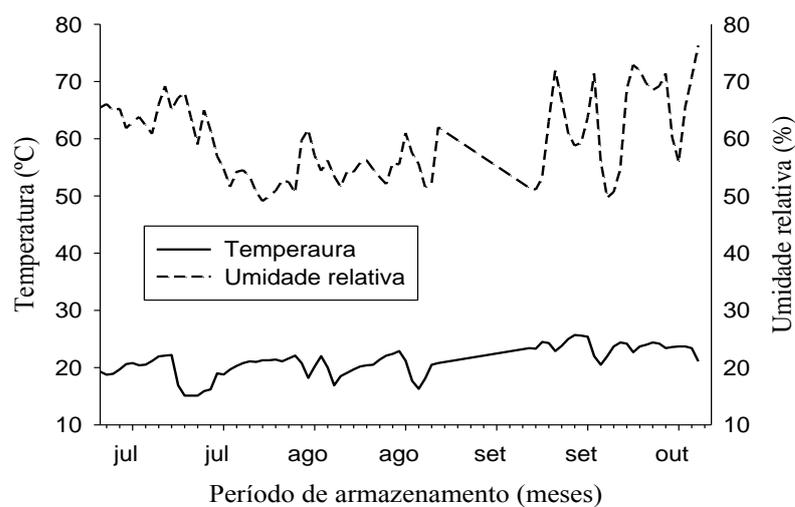


Figura 1 – Temperatura e UR do ar ambiente interno do armazém no período de armazenamento do experimento.

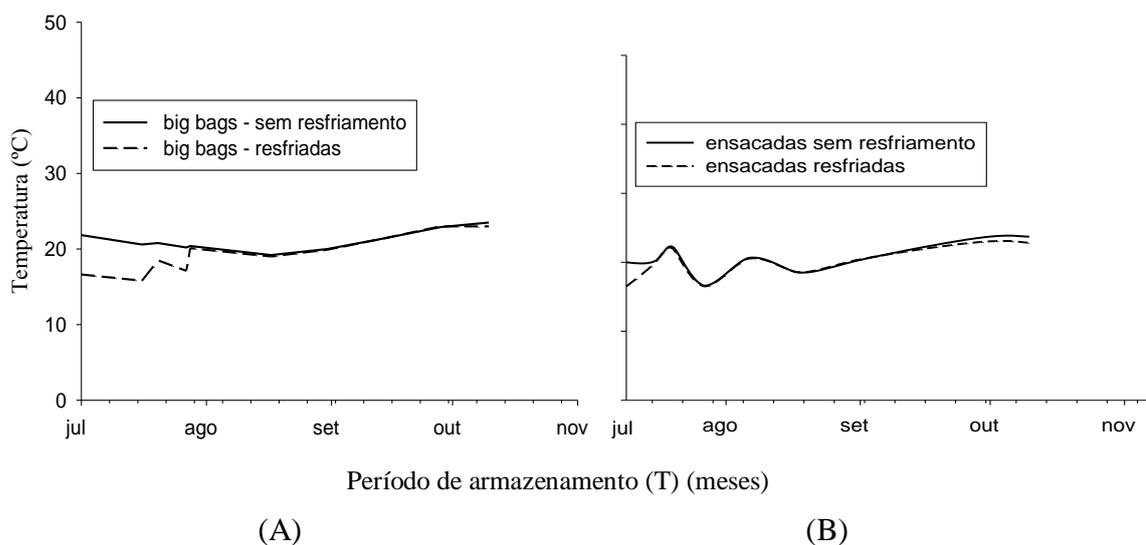


Figura 2 – Temperaturas das sementes nos *big bags* com e sem resfriamento (A) e das sementes em embalagens de papel *kraft*, com e sem resfriamento (B), durante o período de armazenamento.

Analisando as fontes de variação para teor de água, massa específica aparente e condutividade elétrica, observa-se que, conforme Tabela 1, o teor de água foi influenciado pelos fatores embalagem, tempo, e pelas interações entre resfriamento e embalagem e embalagem e tempo.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para teor de água (TA), massa específica aparente (MEA) e condutividade elétrica (CE).

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios (QM)		
		TA	MEA	CE
R	1	3,130 <sup>NS</sup>	0,154 <sup>NS</sup>	0,025 <sup>NS</sup>
E	1	63,391 <sup>**</sup>	2,696 <sup>NS</sup>	2,011 <sup>NS</sup>
R X E	1	4,261 <sup>NS</sup>	1,685 <sup>NS</sup>	8,864 <sup>*</sup>
Erro 1	12	0,000	30,110	11,809
T	3	32,541 <sup>**</sup>	20,588 <sup>**</sup>	16,390 <sup>**</sup>
R x T	3	0,757 <sup>NS</sup>	4,944 <sup>**</sup>	0,341 <sup>NS</sup>
E x T	3	19,946 <sup>**</sup>	2,179 <sup>NS</sup>	8,279 <sup>**</sup>
R x E x T	3	0,919 <sup>NS</sup>	1,662 <sup>NS</sup>	1,180 <sup>NS</sup>
Erro 2	36	0,000	13,642	11,247
CV 1 (%)		7,89	0,82	6,70
CV 2 (%)		5,78	0,55	6,54

\*\* Significativa a 1%      \* Significativa a 5%      NS - Não significativa.      R-resfriamento.      E-embalagem.      T-tempo.      Indicados valores de QM para erro 1 e erro 2, e Fc ( $QM_{\text{tratamento}}/QM_{\text{residual}}$ ) para tratamentos e interações.

Conforme Tabela 1, a massa específica aparente foi influenciada pelos diferentes tipos de embalagem, pelo período de armazenagem e pela interação entre resfriamento e tempo de armazenagem. A condutividade elétrica foi influenciada pelo período de armazenamento e pelas interações entre resfriamento e tipos de embalagem, e entre embalagens e tempo de armazenamento.

A manutenção do vigor das sementes durante o armazenamento está diretamente ligada ao teor de água. Quando o teor de água é mantido em nível adequado para armazenagem, diminui a respiração, retarda o processo de deterioração e minimiza danos causados pelo ataque de insetos e de microrganismos (SILVA et al., 2008).

Na Figura 3, estão as curvas do teor de água das sementes, por tipo de embalagem, ao longo do período de armazenamento.

Observa-se que a redução do teor de água nos *big bags* foi linear e mais lento do que as sementes em embalagens de papel *kraft*, que apresentaram redução acentuada do primeiro mês de observação, julho/13, até setembro/13, elevando-se até outubro/13. A elevação no teor de água nas embalagens de papel *kraft* nos dois últimos meses decorreu da permeabilidade do material. De setembro/13 a outubro/13 a umidade relativa do ar ambiente se elevou em relação aos meses de julho a meados de agosto/13, fazendo com que o equilíbrio higroscópico se alterasse, implicando na sorção de água

pelas sementes. Smaniotto et al. (2014) trabalhando com sementes de soja em embalagens de polipropileno e diferentes teores de água, encontraram diminuição também linear, semelhante ao constatado para os *big bags*, ao longo de 180 dias de armazenamento.

Comparando-se as médias do teor de água das sementes em *big bags* e em embalagens de papel *kraft* em cada mês de armazenamento, observa-se que os *big bags*, com exceção do período inicial, em que as temperaturas nos dois tipos de embalagens foram iguais, também foram superiores às embalagens de papel *kraft*. Alguns fatores podem explicar a maior eficiência dos *big bags* na manutenção do teor de água das sementes, como o material sintético impermeável usado na confecção, as aberturas superiores fechadas durante todo o tempo do experimento e a massa de sementes em cada *big bag*, equivalente a  $10^3$  kilogramas. Demito & Afonso (2009), avaliando sementes de soja resfriadas artificialmente, em embalagens de material sintético, chegaram a resultado semelhante.

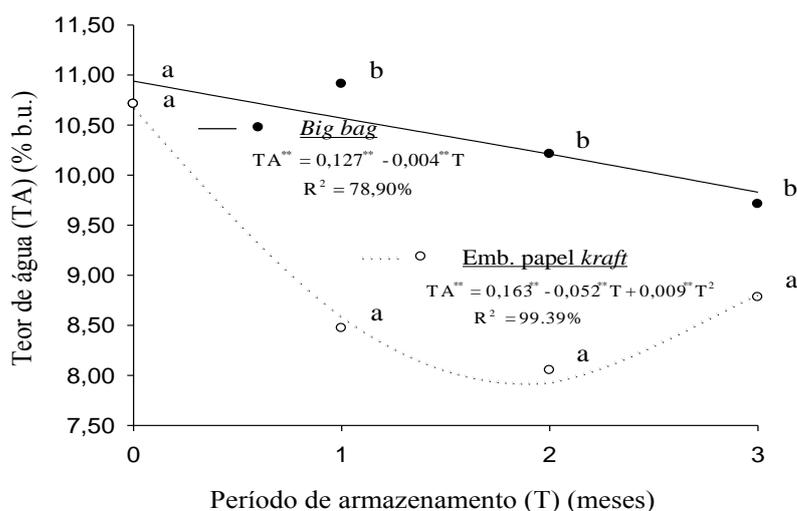


Figura 3 – Teor de água das sementes de soja (TA) (% b.u.), armazenadas em embalagens de papel *kraft* e *big bags*, em função do tempo de armazenamento.

Médias seguidas de letras diferentes, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equações e coeficientes significativos a 1% pelo teste F.

Analisando a variação da massa específica aparente ao longo do período de armazenamento, conforme mostrado na Figura 4, observa-se que nas duas condições, ou seja, sementes resfriadas e sem resfriamento, houve aumento dos valores da variável.

Trata-se de uma característica física da semente de soja que possivelmente foi afetada pela variação do teor de água. No caso das sementes não resfriadas, a evolução foi

quadrática, havendo concordância da curva de valores estimados e de valores experimentais ( $R^2=100\%$ ). Para as sementes resfriadas também ocorreu aumento dos valores, com exceção do segundo período de armazenamento, no qual houve diminuição do valor. Esse resultado é aparentemente contraditório, vez que a redução do teor de água das sementes resulta em maior perda de massa comparativamente a redução do volume e, por conseguinte, em diminuição da massa específica aparente. Entretanto, a propriedade física dos grãos, na relação entre massa e volume correspondente, considera o espaço ocupado não por um único grão, mas pela massa de grãos, resultando no qualificativo aparente. Assim, em função da redução do teor de água, a contração volumétrica pode superar a diminuição da massa correspondente, elevando o valor da massa específica aparente. Além disso, a respiração das sementes ao longo do armazenamento proporciona redução na massa do produto e, conseqüentemente alteração nos valores da massa específica aparente. Resende et al. (2005), estudando a massa específica aparente aplicada ao feijão, constataram que a redução de 85,20% no teor de água (b.s.) do grão correspondeu aumento na massa específica aparente de 25%. Ruffato et al. (1999) e Afonso Junior & Corrêa (2000), analisando grãos de milho pipoca, verificaram comportamento semelhante.

Por meio da Figura 4, pode-se também comparar, conforme indicado pelas letras em cada período de armazenamento, o efeito das condições de resfriamento e não resfriamento nas sementes. Observa-se que somente no segundo período de armazenamento as médias das duas condições apresentaram diferença, possivelmente, por causa dos efeitos da redução no teor de água na contração volumétrica dos grãos.

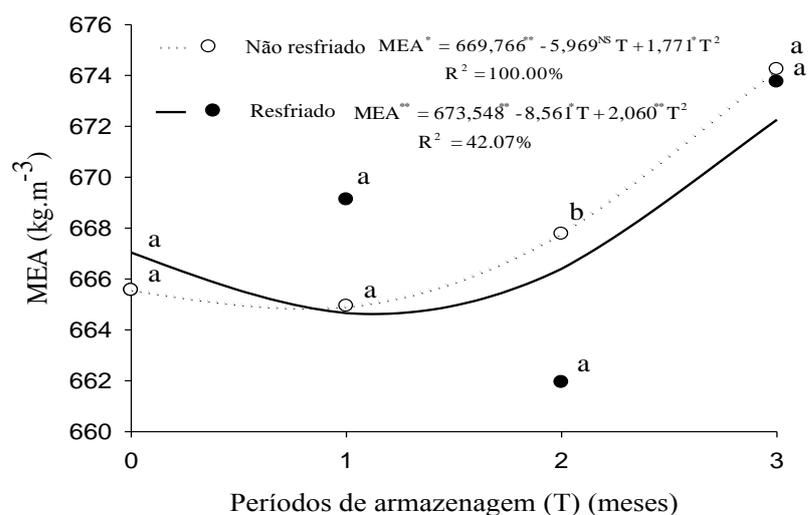


Figura 4 – Dados experimentais e estimados da massa específica aparente (MEA) de sementes resfriadas e não resfriadas, ao longo do período de armazenamento.

Médias seguidas de letras diferentes, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equações para as condições resfriado e não resfriado significativas a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Na Tabela 2, estão as médias da condutividade elétrica por tipo de embalagem, para as condições resfriado e não resfriado. Verifica-se que as sementes em embalagens de papel *kraft* resfriadas apresentaram médias maiores, indicando que foram menos eficientes que as embalagens em *big bags*. Já para as sementes não resfriadas não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de embalagem.

Tabela 2 – Médias da condutividade elétrica para sementes de soja armazenadas em condições resfriadas e não resfriadas, nas diferentes embalagens.

Tratamento	Embalagem	
	<i>Big bag</i>	Papel <i>kraft</i>
Resfriado	49,35 aA	53,13 bB
Não resfriado	52,04 aB	50,70 aA

Médias seguidas de letras desiguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na Figura 5, as médias do teste de condutividade elétrica, por tipo de embalagem, estão indicadas pelas letras em cada período de armazenamento. Observa-se que houve variação somente no segundo período de armazenamento, em que as embalagens de papel *kraft* apresentaram médias maiores, indicando que nas condições de armazenamento estudadas ocorreu aumento da lixiviação de exsudatos da solução

indicando deterioração em relação aos *big bags*, possivelmente pela facilidade de troca de vapor de água com o meio circundante.

Avalia-se também na Figura 5 a condutividade elétrica das sementes, relativamente ao tempo de armazenamento. Estão apresentados os dados experimentais e estimados nos três meses de armazenamento. Nota-se que houve redução nos valores da condutividade elétrica para sementes em embalagens de papel *kraft*. As médias experimentais das sementes em *big bags* se distribuíram ao longo do período de armazenamento, sem exibir tendência que permitisse análise por meio de equação.

Os valores decrescentes da condutividade elétrica podem estar associados ao teor de água das sementes, também decrescentes ao longo do período de armazenamento. O tempo de embebição das sementes foi de 24 horas, segundo o método adotado de Vieira & Krzyzanowski (1999). Aplicando-se esse tempo de embebição constante as sementes crescentemente mais secas ao longo do período de armazenamento, é possível não ter ocorrido umedecimento suficiente que possibilitasse a expressão integral do estado de deterioração das sementes. Alguns autores, entretanto, encontraram resultados semelhantes. Rigueira et al. (2009), examinando a qualidade de grãos de café armazenados por 180 dias, a temperatura de 15 °C, 25 °C e em ambiente natural, observaram fenômeno semelhante, até os 60 dias de armazenamento. Os pesquisadores atribuíram os valores decrescentes da condutividade elétrica à conservação proporcionada pela baixa temperatura de armazenagem. Também Rigo et al. (2012), trabalhando com milho armazenado durante quatro meses, a temperatura inferior a 22 °C e temperatura ambiente, verificaram valores decrescentes ao longo do período. Foi indicada como causa a elevação do teor de água do milho. Andrade et al. (2003), investigando a qualidade fisiológica de sementes de milho armazenadas em profundidades diferentes em silo cilíndrico metálico, durante 150 dias de armazenamento, observaram, do primeiro ao terceiro mês de armazenamento, em três das treze profundidades examinadas, valores decrescentes. Rigueira et al. (2009), pesquisando feijão em resfriamento artificial, observaram para duas temperaturas (15 °C e 18 °C) valores decrescentes da condutividade elétrica, aos 90 e 120 dias de armazenamento, respectivamente.

Também pode-se supor que, como observado no trabalho de Rigueira et al. (2009) citado, se prolongado o tempo de armazenamento das sementes de soja, o valor da condutividade elétrica viesse a crescer, como resultado da intensificação do processo

de deterioração. Nesse sentido, o valor da condutividade elétrica, por comparação, pode acrescentar informações relevantes sobre a condição fisiológica da semente. Silva et al. (2011), verificaram valores de condutividade elétrica que variaram de 30 a 56  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  em cinco cultivares de soja, ao longo de cinco etapas do processo de beneficiamento. Lopes et al. (2011), analisando o vigor da semente de soja Mosoy 8000 RR, também no processo de colheita e beneficiamento, observaram variações entre 52,47 e 75,73  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . Zuchi et al. (2013) obtiveram valores médios de 90,1 e 96,1  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , para sementes de soja resfriadas e não resfriadas, respectivamente. No trabalho em que examinaram a qualidade fisiológica da soja Embrapa 48, Vanzolini et al. (2007) obtiveram valores entre 51 e 62  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . No presente trabalho, os dados experimentais do teste variaram entre 43,49 e 55,04  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . Comparando a magnitude dos valores, nota-se que no corrente trabalho a variação observada, mesmo sendo regressiva, ocorreu em faixa de valores normais para a semente de soja com boa qualidade fisiológica.

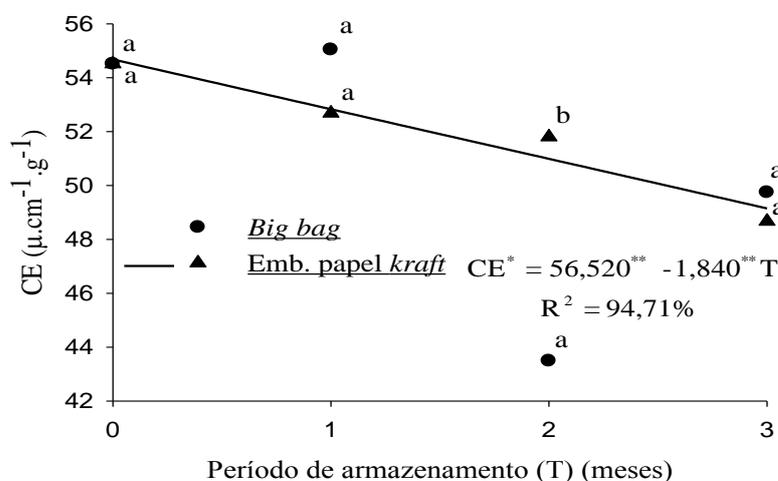


Figura 5 – Condutividade elétrica (CE) de sementes de soja em embalagens de papel *Kraft* e *big bag*, ao longo do período de armazenamento.

Médias seguidas de letras desiguais, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equação e coeficientes significativos a 1% pelo teste F.

Os resultados da análise estatística na Tabela 3, mostram que no teste IVG a qualidade das sementes foi influenciada pelas interações entre resfriamento e tempo e embalagens e tempo. No teste de primeira contagem da germinação a influência se deu pela interação tripla entre os fatores resfriamento, embalagem e tempo. A germinação

não exibiu influência nas sementes dos tratamentos e interações entre eles. Como o teste de germinação considerou na avaliação a protrusões com no mínimo um centímetro de comprimento, o percentual foi elevado, acima de 90%, para todos os tratamentos. As sementes que não germinaram foram aquelas inviabilizadas ou por danos mecânicos ou por infecção por microrganismos, as quais constituíram número reduzido. O teste de envelhecimento acelerado, avaliado pelo índice de velocidade de germinação (IVG), mostrou que houve influência da interação entre embalagem e tempo; pelo teste de 1ª Contagem ocorreu interação entre os três fatores (resfriamento, embalagem e tempo); a avaliação da germinação das sementes submetidas ao envelhecimento acelerado houve influência somente do tempo de armazenamento, isoladamente.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para IVG, Primeira Contagem (PC), Germinação (GER). Pelo teste de envelhecimento acelerado, IVG, Primeira Contagem (PC) e Germinação (GER).

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios (QM)					
		IVG	PC	GER	Env. Acelerado		
					IVG	PC	GER
R	1	0,863 <sup>NS</sup>	0,699 <sup>NS</sup>	0,241 <sup>NS</sup>	0,117 <sup>NS</sup>	0,436 <sup>NS</sup>	0,909 <sup>NS</sup>
E	1	0,868 <sup>NS</sup>	4,506 <sup>NS</sup>	0,007 <sup>NS</sup>	13,046 <sup>**</sup>	0,082 <sup>NS</sup>	0,120 <sup>NS</sup>
R x E	1	2,291 <sup>NS</sup>	0,335 <sup>NS</sup>	1,712 <sup>NS</sup>	0,960 <sup>NS</sup>	0,124 <sup>NS</sup>	0,068 <sup>NS</sup>
Erro 1	12	1,437	0,944	2,335	0,508	23,291	2,080
T	3	1.739,625 <sup>**</sup>	1,546 <sup>NS</sup>	1,156 <sup>NS</sup>	233,395 <sup>**</sup>	149,651 <sup>**</sup>	5,585 <sup>**</sup>
R x T	3	6,519 <sup>**</sup>	3,110 <sup>*</sup>	0,203 <sup>NS</sup>	0,185 <sup>NS</sup>	0,282 <sup>NS</sup>	0,896 <sup>NS</sup>
E x T	3	5,511 <sup>**</sup>	1,963 <sup>NS</sup>	0,246 <sup>NS</sup>	4,113 <sup>**</sup>	0,018 <sup>NS</sup>	2,348 <sup>NS</sup>
R x E x T	3	1,461 <sup>NS</sup>	3,562 <sup>*</sup>	0,239 <sup>NS</sup>	0,532 <sup>NS</sup>	6,024 <sup>**</sup>	0,452 <sup>NS</sup>
Erro 2	36	0,596	0,898	2,311	0,486	32,689	1,969
CV 1 (%)		4,57	0,98	1,55	3,77	5,77	1,49
CV 2 (%)		2,94	0,95	1,55	3,69	6,83	1,45

\*\* Significativa a 1%      \* Significativa a 5%      NS - Não significativa.      R- resfriamento.      E- embalagem.      T- tempo.      Indicados valores de QM para erro 1 e erro 2, e Fc ( $QM_{tratamento} / QM_{residual}$ ) para tratamentos e interações.

Nas Figuras 6A e 6B pode-se ver o IVG do teste de germinação para sementes acondicionadas em *big bags* e em embalagens de papel *kraft*, e para as condições resfriado e não resfriado, respectivamente, ao longo do período de armazenamento. Observa-se que a germinação das sementes foi marcadamente influenciada pelo tempo, do primeiro ao terceiro mês de observação, ocorrendo em seguida uma relativa estabilização dos dados, até ao último mês.

A Figura 6A permite também comparar, por meio da indicação de letras, as médias das diferentes embalagens em cada período de armazenamento, mostrando os efeitos da embalagem no IVG. Houve alternância da influência das embalagens nos primeiro e segundo períodos de armazenamento, destacando o melhor desempenho dos *big bags* no primeiro e das embalagens de papel *kraft* no segundo.

Na Figura 6B, observa-se que as sementes resfriadas apresentaram maior índice de velocidade de germinação aos 60 dias de armazenamento. Aos 90 dias de armazenamento, a resposta das sementes não resfriadas ao teste IVG foi superior.

Carvalho et al. (2012), comparando o desempenho fisiológico de sementes de soja convencional e transgênica, obtiveram no teste de IVG, medido durante oito dias, valores expressivamente menores do que os da Figura 6.

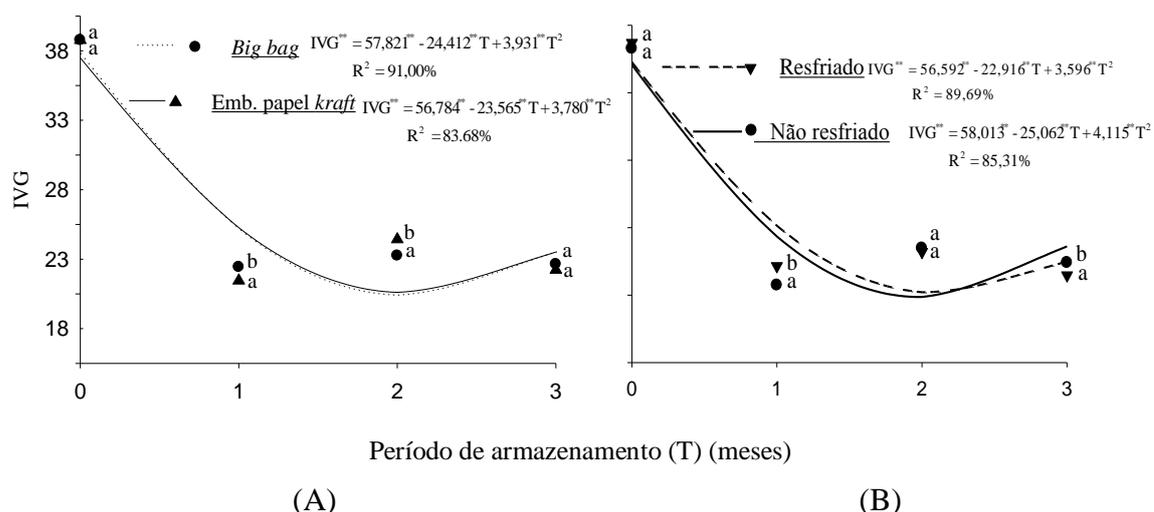


Figura 6 – Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de soja, em função do tempo de armazenamento: embalagens de papel *kraft* e *big bag* (A) e resfriamento e não resfriadas(B).

Médias seguidas de letras desiguais, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equações e coeficientes das Figuras 6A e 6B significativas a 1% pelo teste F.

Na Tabela 4, estão apresentadas as médias da variável primeira contagem da germinação nas diferentes condições, ao longo do tempo armazenamento. Verifica-se que as embalagens *big bag* e de papel *kraft* foram mais eficientes para sementes não resfriadas, com médias maiores no segundo período de armazenamento. Entre as embalagens, a de papel *kraft* para sementes resfriadas foi superior no mesmo período. Nota-se também que não ocorreu influência da temperatura de resfriamento. Pode-se

associar o resultado da avaliação à elevada qualidade fisiológica das sementes. Zuchi et al. (2013) observaram na avaliação de 1ª contagem da germinação, ao longo de 120 dias de armazenamento, percentuais médios de 92,0% e 89,6% para sementes de soja de elevado padrão fisiológico, resfriadas e não resfriadas, respectivamente. Martins Filho et al. (2001), investigando a qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em ambiente natural durante 90 dias, igualmente verificaram percentuais superiores a 90%, para dois entre dez genótipos analisados.

Tabela 4 – Médias do teste de primeira contagem da germinação das sementes resfriadas e não resfriadas, em *big bags* e em embalagens de papel *kraft*, durante o período de armazenamento.

	Período de armazenamento (meses)							
	0		1		2		3	
	BB	EPK	BB	EPK	BB	EPK	BB	EPK
R	100,00aA	100,00aA	99,62aA	99,87aA	97,12aA	100,00bA	100,00aA	99,50aA
NR	100,00aA	100,00aA	99,00aA	99,87aA	100,00aB	100,00aA	99,12aA	99,75aA

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas, comparando tipos de embalagens, e maiúsculas nas colunas, para comparação entre condições resfriado e não resfriado, diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. R – resfriado NR – não resfriado. BB – *big bag* EPK – embalagem de papel *kraft*.

Nas Figuras 7<sup>a</sup>, estão representados os dados experimentais da avaliação de primeira contagem para sementes em *big bags*, resfriadas e não resfriadas. A análise de regressão foi não significativa para as sementes não resfriadas. No caso das sementes resfriadas, a análise de regressão foi significativa, contudo o coeficiente de determinação foi baixo ( $R^2 = 51,22\%$ ).

Comparando-se os dados experimentais em cada período de armazenamento, observa-se que no segundo período as sementes não resfriadas foram superiores às resfriadas, devendo-se destacar, entretanto, o valor elevado dos percentuais. Nos demais períodos não se obteve pela avaliação da primeira contagem diferenças entre sementes resfriadas e não resfriadas. Na Figura 7B, estão os dados experimentais das sementes resfriadas e não resfriadas em embalagens de papel *kraft*. A análise de regressão foi não significativa para as duas condições. Nota-se, nos quatro períodos de armazenamento, que não houve influência do resfriamento nas sementes nessa embalagem e que os

percentuais foram superiores aos da embalagem *big bag*, mantendo-se próximos de 100%.

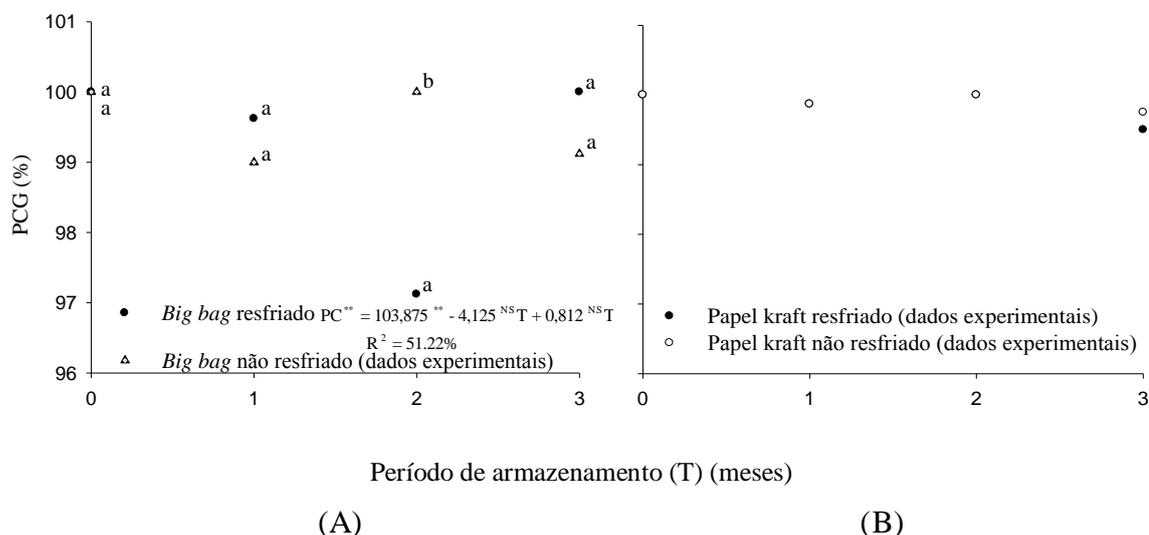


Figura 7 – Primeira contagem da germinação (PCG) para sementes resfriadas e não resfriadas, em *big bags* (A) e em embalagens de papel *kraft* (B), ao longo do período de armazenamento.

Médias seguidas de letras desiguais, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

O teste de germinação, por causa do elevado padrão germinativo da semente, observado em todas as condições testadas, não forneceu variações causadas pelos diferentes tratamentos e períodos de armazenamento. Salinas et al. (2001) afirmam que percentuais de germinação mínimos de 70% são suficientes para que a semente apresente baixa germinação em campo e se deteriore mais rapidamente em condições de armazenamento desfavoráveis. A média geral obtida, 98,32%, foi superior ao percentual mínimo de germinação de 80%, para fins de comercialização, conforme estabelecido pela IN N° 25, de 16 de dezembro de 2005, para sementes de soja de primeira e segunda geração e certificadas de primeira e segunda geração. Silva et al. (2011) obtiveram médias de germinação igualmente elevadas para quatro das cinco cultivares de soja estudadas. Tavares et al. (2013) avaliou a qualidade fisiológica de sementes de soja M-SOY 8008 RR sob deficiência hídrica e verificou percentuais de germinação de soja próximos de 100%, em sementes com e sem estresse. Também Fessel et al. (2010) obtiveram resultados semelhantes. Avaliando o efeito da temperatura e do período de armazenamento em sementes de soja da cultivar FT-20, com níveis de vigor alto e baixo, eles observaram, em 15 meses de armazenamento, nas sementes de alto vigor

com temperaturas de 10, 20 e 20/10 °C, percentuais de germinação variando entre 86 e 100%.

Na Figura 8, está a curva do índice de velocidade de germinação, pelo teste de envelhecimento acelerado, para sementes acondicionadas em *big bags* e em embalagem de papel *kraft*. Observa-se que houve redução das médias no primeiro período de observação, seguido de elevação no segundo mês e redução pronunciada no terceiro e último período de armazenamento.

As sementes submetidas a estresse por envelhecimento acelerado, ainda de acordo com a Figura 8 não foram influenciadas pelo resfriamento em nenhum dos períodos de armazenamento, mas pela embalagem de papel *kraft*, no primeiro e segundo meses de armazenamento, com o IVG apresentando médias mais altas. No terceiro mês, o valor de IVG foi menor para ambas as embalagens, sem apresentar diferença entre elas. Observa-se que as médias da avaliação pelo teste de envelhecimento acelerado foram menores que as da germinação. O IVG é um indicador da qualidade fisiológica da semente tomada coletivamente e é um bom indicador do vigor, porque, para que o índice seja elevado, deve ocorrer a germinação do máximo número de sementes no menor espaço de tempo.

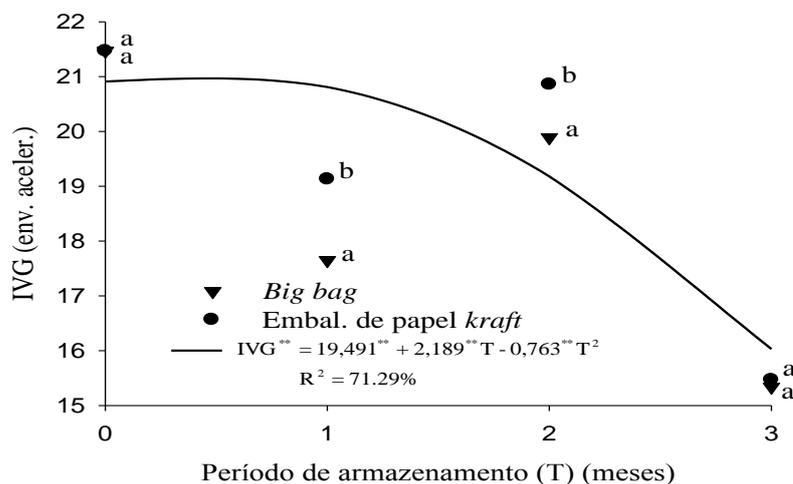


Figura 8 – Dados experimentais e estimados do IVG pelo teste de envelhecimento acelerado, em função do tempo de armazenamento, para sementes acondicionadas em *big bags* e em embalagens de papel *kraft*.

Médias seguidas de letras desiguais, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equação e coeficientes significativos a 1% pelo teste F. \*\* - significância de 1%. \* - significância de 5%.

Na Figura 9, estão representados os valores e as curvas de primeira contagem de germinação pelo teste de envelhecimento acelerado para sementes resfriadas (A) e não resfriadas (B) em *big bags* e em embalagens de papel *kraft*. Observa-se que a maior influência sobre o teste de primeira contagem foi pelo tempo de armazenagem. As sementes resfriadas em embalagens de papel *kraft* e não resfriadas em *big bags* apresentaram comportamento semelhante, decaindo de maneira linear, para as diferentes condições mostradas nas Figuras 9A e 9B, assemelhando-se aos resultados obtidos por Zuchi et al. (2013). Cardoso et al. (2004), estudando sementes de soja submetidas a resfriamento artificial e tratadas com fungicida, observaram, ao longo de 240 dias de armazenamento, a mesma redução linear mostrada na Figura 9, para sementes acondicionadas em embalagens de papel *kraft* resfriadas.

As médias das diferentes embalagens estão indicadas nas Figuras 9A e 9B para cada período de armazenamento. Pode-se perceber que não houve influência da embalagem *big bag* sobre as sementes resfriadas, conforme Figura 9A. Por outro lado, as embalagens de papel *kraft* aos 90 dias de armazenamento, isto é, no terceiro período de armazenamento, exerceram influência sobre as sementes resfriadas e não resfriadas, respectivamente. Constata-se também pela Figura 9B que os *big bags* com sementes não resfriadas foram superiores no terceiro período de armazenamento.

Comparando-se as médias do teste da 1ª contagem da germinação e do envelhecimento acelerado ao longo do período de armazenamento, nota-se que as médias do envelhecimento acelerado foram inferiores às da germinação somente nos segundo e terceiro períodos. Essa condição de vigor das sementes submetidas a estresse nos dois primeiros meses de armazenamento pode ter resultado da temperatura favorável no armazém, cuja média no período do experimento foi 21,2 °C, contribuindo para retardar o processo de deterioração, bem como pode ter expressado a qualidade fisiológica elevada da semente. Zuchi et al. (2013) obtiveram valores médios próximos aos apresentados nas Figuras 9A e 9B. Analisando o comportamento de sementes de soja Monsoy 8757 acondicionadas em embalagens de papel *kraft*, resfriadas e não resfriadas, ao longo de 120 dias de armazenamento, os pesquisadores verificaram no teste de germinação e de envelhecimento acelerado, para sementes não resfriadas e resfriadas, respectivamente os valores 89,6, 92,0, 85,4 e 88,8%. Tavares et al. (2013) avaliaram sementes de soja de alto e baixo vigor pelo teste da emergência, ao longo de

40 dias, e também observaram percentuais da primeira contagem da germinação elevados, variando entre 98 e 100%.

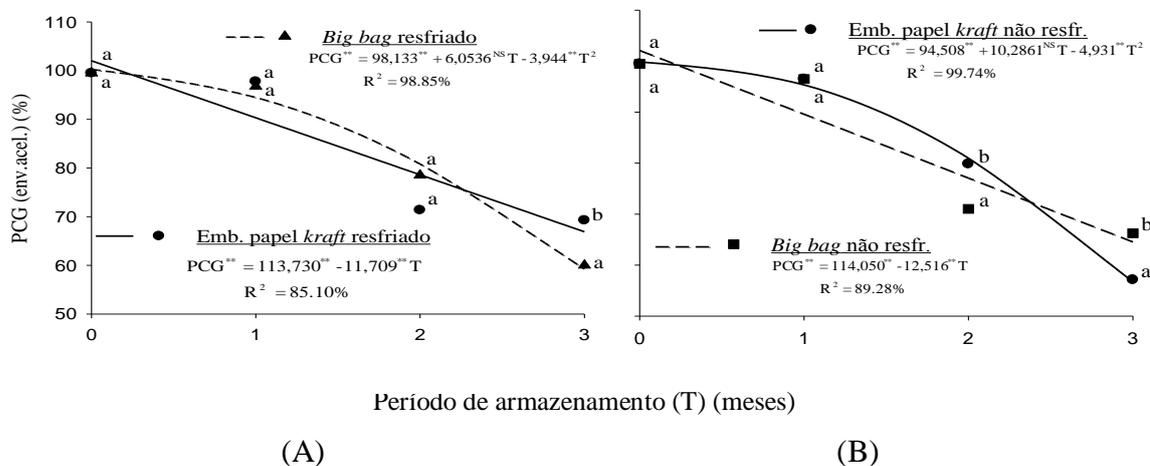


Figura 9 – Valores da primeira contagem de germinação (PCG), pelo teste de envelhecimento acelerado, para sementes em *big bags* e embaladas em papel *kraft*, submetidas ao resfriamento (A) e sem resfriamento (B), durante o armazenamento.

Médias seguidas de letras desiguais, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equações significativas a 1% pelo teste F. \*\* - significativo a 1% pelo teste F. NS – não significativo.

Na Figura 10, estão apresentados os valores da germinação de sementes, pelo teste de envelhecimento acelerado, ao longo do tempo de armazenamento. Não houve influência do resfriamento e dos tipos de embalagens utilizados. Embora não tenha ocorrido a tendência clara em função do tempo de armazenamento, observa-se que as médias percentuais regrediram ao longo do tempo de maneira não acentuada. No início do armazenamento a média foi igual a 98% e depois de 3 meses ainda foi maior que 96%. As médias gerais nos dois primeiros períodos de armazenamento foram comparáveis às apresentadas por Carvalho et al. (2011) no trabalho com a variedade de soja FTS Águia, avaliada nas modalidades de colheita manual e mecânica, com três diferentes teores de água. Fessel et al. (2010) também observaram, nos três primeiros meses de armazenamento, médias elevadas no teste de envelhecimento acelerado com sementes de soja, cultivar FT-20, com dois níveis de vigor, armazenadas nas temperaturas de 10, 20 e 30 °C. Já as médias gerais observadas nos segundo e terceiro períodos de armazenamento assumiram posição intermediária às obtidas por Benatto Junior et al. (2012), na avaliação da qualidade fisiológica da soja AG 7000, com baixa e alta germinação, em resposta ao recobrimento de polímeros e fungicida. Forti et al.

(2010) obtiveram percentuais igualmente elevados para sementes de soja cultivar TMG113-RR em câmara fria. As cultivares CAC-1, FT-Estrela e IAC-Fosc, examinadas por Silva e al. (2010), responderam com médias de germinação semelhantes. Em sementes de baixo vigor, Fessel et al. (2010) observaram comportamento oposto bastante pronunciado, ao longo do período de 15 meses de armazenamento.

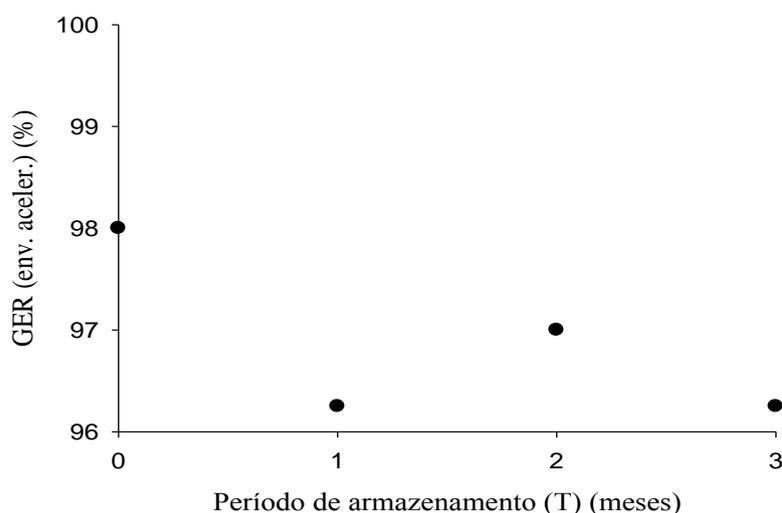


Figura 10 – Dados experimentais da germinação (GER), pelo teste de envelhecimento acelerado, ao longo do período de armazenamento, sob influência dos diferentes tratamentos.

Na Tabela 5, está apresentado o resumo da análise de variância para número de plântulas normais, massa seca de plântulas normais e comprimento de plântulas normais, pelos testes de germinação e de envelhecimento acelerado. Na avaliação do número de plântulas normais (NPN), as variações ocorreram para o fator tempo e para a interação entre embalagem e tempo. Para a variável massa seca de plântulas normais (MSPN) não houve influência de nenhum das diferentes condições. A avaliação comprimento de plântulas normais (CPN) foi influenciada somente pelo tempo de armazenagem. Sementes submetidas a estresse pelo envelhecimento acelerado foram influenciadas, no teste de número de plantas normais, pelo tempo e pela interação entre os fatores resfriamento, embalagem e tempo. No teste de massa seca de plântulas normais, houve efeito causado pelo tempo e, no teste de comprimento de plântulas normais, os fatores embalagem, tempo e pelas interações entre embalagem e tempo, e resfriamento, embalagem e tempo.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância das avaliações de número de plântulas normais (NPN), massa seca de plântulas normais (MSPN) e comprimento de plântulas normais (CPN), pelos testes de germinação e envelhecimento acelerado.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios (QM)					
		Germinação			Envelhecimento acelerado		
		NPN	MSPN	CPN	NPN	MSPN	CPN
R	1	0,165 <sup>NS</sup>	0,837 <sup>NS</sup>	2,256 <sup>NS</sup>	0,683 <sup>NS</sup>	0,295 <sup>NS</sup>	0,014 <sup>NS</sup>
E	1	2,136 <sup>NS</sup>	1,557 <sup>NS</sup>	0,175 <sup>NS</sup>	0,043 <sup>NS</sup>	1,554 <sup>NS</sup>	2,648 <sup>NS</sup>
T	3	4,772 <sup>**</sup>	0,269 <sup>NS</sup>	27,846 <sup>**</sup>	8,158 <sup>**</sup>	7,325 <sup>**</sup>	89,405 <sup>**</sup>
R x E	1	0,488 <sup>NS</sup>	0 <sup>NS</sup>	0,487 <sup>NS</sup>	0,019 <sup>NS</sup>	3,319 <sup>NS</sup>	3,469 <sup>NS</sup>
Erro 1	12	26,352	0,000	1,052	99,653	0,001	1,945
R x T	3	0,024 <sup>NS</sup>	0,250 <sup>NS</sup>	0,256 <sup>NS</sup>	2,950 <sup>*</sup>	0,974 <sup>NS</sup>	1,486 <sup>NS</sup>
E x T	3	2,720 <sup>NS</sup>	0,121 <sup>NS</sup>	0,894 <sup>NS</sup>	0,028 <sup>NS</sup>	1,735 <sup>NS</sup>	5,438 <sup>**</sup>
R x E x T	3	0,461 <sup>NS</sup>	0,924 <sup>NS</sup>	0,407 <sup>NS</sup>	4,108 <sup>*</sup>	0,792 <sup>NS</sup>	4,791 <sup>**</sup>
Erro 2	36	32,919	0,001	1,110	47,946	0,001	1,331
CV1(%)		6,39	2,60	5,88	14,42	3,29	9,41
CV2(%)		7,14	3,27	6,04	10,00	3,13	7,79

\*\* Significativa a 1%      \* Significativa a 5%      NS - Não significativa.      R- resfriamento.      E- embalagem.      T- tempo.      Indicados valores de QM para erro 1 e erro 2, e Fc ( $QM_{tratamento} / QM_{residual}$ ) para tratamentos e interações.

Na Figura 11, estão representadas, pelo teste da germinação, as médias experimentais do número de plântulas normais, ao longo dos diferentes períodos de armazenamento. Pelo baixo coeficiente de determinação ( $R^2= 37,73\%$ ) não foi possível correlacionar as médias da variável ao tempo de armazenamento de maneira a identificar, por meio da avaliação do número de plântulas normais, tendência das sementes sob influência das diferentes condições de resfriamento e tipos de embalagem, ao longo do período de armazenamento.

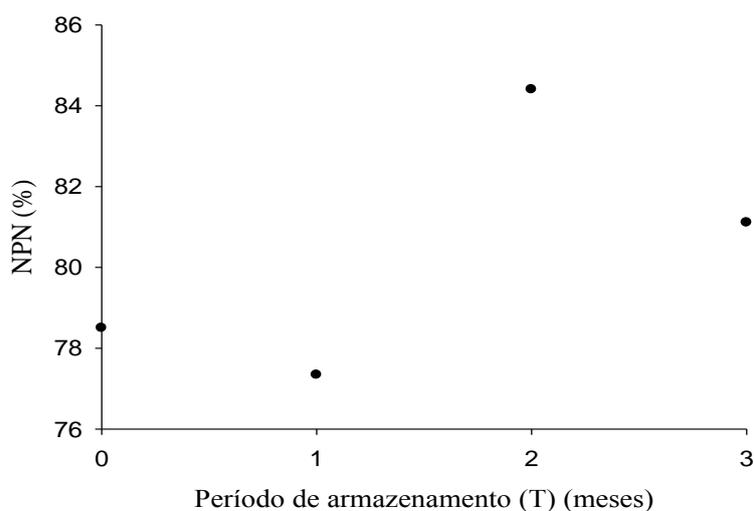


Figura 11 – Dados experimentais da influência da embalagem no número de plântulas normais (NPN), pelo teste da germinação, ao longo do período de armazenamento.

Na avaliação da massa seca de plântulas normais, pelo teste de germinação, conforme mostrado na Tabela 6, não ocorreu efeito dos diferentes tratamentos, sendo a média geral de 1,15 g.

Tabela 6 – Médias da massa seca de plântulas normais pelo teste de germinação, comparadas entre diferentes tipos de embalagem e entre condições de resfriamento.

	Período de armazenamento (meses)							
	0		1		2		3	
	BB	EPK	BB	EPK	BB	EPK	BB	EPK
R	1,15	1,15	1,14	1,16	1,13	1,16	1,17	1,16
NR	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,14	1,12	1,16

R – Resfriado NR – não resfriado BB – *big bag* EPK – embalagem de papel *kraft*.

Na avaliação do comprimento de plântulas normais, pelo teste da germinação (Figura 12), embora significativo, não foi possível extrair informação sobre a influência do tempo de armazenamento, vez que o percentual do coeficiente de determinação da análise de regressão para a curva quadrática foi baixo ( $R^2=26,15\%$ ). Houve oscilação dos valores em função do tempo, sem apresentar uma tendência clara.

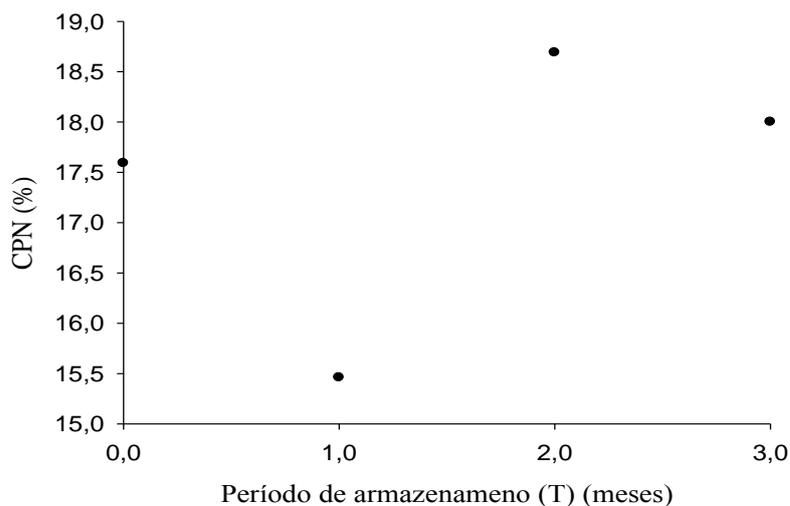


Figura 12 – Dados experimentais do comprimento de plântulas normais (CPN), pelo teste da germinação, ao longo do período de armazenamento.

Nas Figuras 13A e 13B, estão apresentadas as médias do número de plântulas normais, pelo teste de envelhecimento acelerado, provenientes da interação entre sementes em *big bags* e em embalagens de papel *kraft*, nas condições resfriado (A) e não resfriado (B). Constata-se que para nenhum dos dois tipos de embalagem, conforme Figuras 13A e 13B, houve diferença entre sementes resfriadas e sem resfriamento. Verifica-se também, nas Figuras 13A e 13B, semelhança entre as médias, ao longo do período de armazenamento, com exceção do tempo 1, em que as médias dos dois tipos de embalagem foram 14,46% inferiores às correspondentes para sementes não resfriadas. A semente de soja submetida a envelhecimento acelerado, utilizada como controle por Sobral et al. (2013) no trabalho com preparados homeopáticos, gerou percentual em torno de 79% de plântulas normais, pouco superior às médias gerais das Figuras 13A e 13B, sugerindo que as sementes se equipararam em termos de qualidade fisiológica.

Nas Figuras 13C e 13D analisam-se os dois tipos de embalagem, separadamente. Apresentam-se as médias do número de plântulas normais, ainda pelo teste de envelhecimento acelerado, comparando-se o efeito do resfriamento e da temperatura ambiente em sementes acondicionadas em *big bags* e em embalagens de papel *kraft*. Nota-se pela Figura 13C que não houve diferença entre as médias para sementes em *big bag* resfriadas e à temperatura ambiente. No caso de sementes acondicionadas em embalagens de papel *kraft*, como ilustrado na Figura 13D, houve variação somente no terceiro período de armazenamento, com as sementes resfriadas se

destacando das não resfriadas no número de plântulas normais. Quando são comparadas as médias dos diferentes tipos de embalagem (Figuras 13C e 13D), constata-se que as médias das sementes em embalagens de papel *kraft* e em *big bags*, resfriadas e não resfriadas, variaram ao longo do período de armazenamento de maneira semelhante. Somente para as embalagens de papel *kraft* houve diferença entre as médias, sendo que no tempo de armazenamento 3 as sementes resfriadas foram superiores as não resfriadas.

É interessante comparar as médias, ao longo do período de armazenamento, da avaliação do número de plântulas normais, obtidas pelo teste de germinação (Figura 11) e pelo teste de envelhecimento acelerado. Nota-se que as médias percentuais de sementes germinadas foram superiores, com percentuais variando entre 73 e 86%. O índice percentual das sementes que foram submetidas a estresse (Figuras 13A e 13B) se mantiveram próximos, com limites entre 57 e 78%. Esse resultado realça a condição de vigor das sementes. As menores médias se verificaram no terceiro período, em que o tempo de armazenamento parece ter sido o fator de maior importância para sementes sob estresse, sendo contudo comparáveis as observadas por Dan et al. (2010), que obtiveram percentual acima de 80%, ao longo de 45 dias de armazenamento, para semente de soja utilizada como controle na avaliação da resposta das sementes a diferentes inseticidas, e as de Santos et al. (2005), que, estudando o efeito da classificação por tamanho na qualidade fisiológica de sementes de soja, verificaram médias de plântulas normais pelo teste de envelhecimento acelerado variando entre 85% e 95% para a cultivar Splendor e entre 52% e 83% para a cultivar UFV-19, nos cinco primeiros meses de armazenamento.

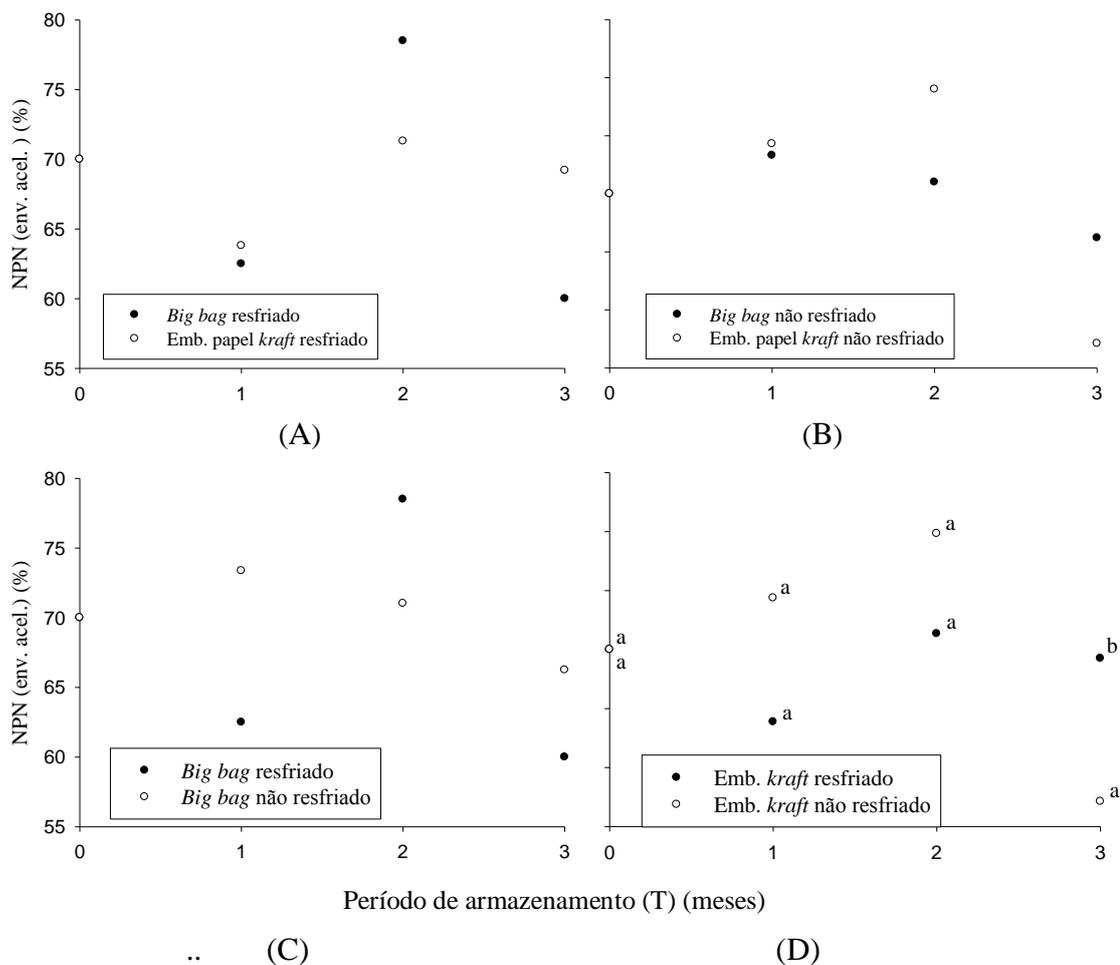


Figura 13 – Médias das avaliações do número de plântulas normais, pelo teste de envelhecimento acelerado, comparando-se os dois tipos de embalagem com resfriamento (A) e sem resfriamento (B), e comparando-se, por tipo de embalagem, as condições com resfriamento (C) e sem resfriamento (D), ao longo do período de armazenamento. Médias desiguais, seguidas de letras minúsculas, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância

Nas Figuras 14A e 14B, comparam-se as médias da variável comprimento de plântulas normais para sementes resfriadas e não resfriadas em *big bags* e em embalagens de papel *kraft*, respectivamente. Nas Figuras 14C e 14D a análise é feita comparando-se as médias da variável para sementes em *big bags* resfriadas e não resfriadas e em embalagens de papel *kraft* resfriadas e não resfriadas. Observa-se na Figura 14A que as embalagens *big bags* somente no terceiro período de armazenamento responderam diferentemente ao resfriamento, correspondendo a maior média às sementes não resfriadas. No caso das sementes não resfriadas (Figura 14D), a diferença entre os dois tipos de embalagens ocorreu no primeiro período de armazenamento, com

média superior das embalagens de papel *kraft*, e no segundo período de armazenamento, com o melhor resultado associado às embalagens *big bags*.

Da análise da resposta da embalagem ao efeito do resfriamento e da temperatura ambiente, pela variável comprimento de plântulas normais, na mesma condição de envelhecimento acelerado, nota-se, pela Figura 14C que a média no terceiro período obtida para sementes resfriadas em *big bags* foi superior as sementes em *big bags* sob temperatura ambiente. Nos demais períodos não houve diferenças. No caso das embalagens de papel *kraft*, conforme mostrado na Figura 14D, não houve diferenças em nenhum dos quatro períodos e armazenamento. Braccini et al. (1999) avaliaram três cultivares de soja submetidas a quatro períodos diferentes de estresse e observaram médias superiores as das Figuras 14A, B, C e D, para a duração do teste correspondente a 48 horas. As médias em geral não ultrapassaram o comprimento de 12 centímetros. Observa-se que o comprimento das plântulas normais aumentou ao longo do período de armazenamento, independentemente do tipo de embalagem e do resfriamento. Constatase que o estresse não exerceu influência sobre as sementes. É possível que esse resultado esteja associado a qualidade das sementes e as condições de armazenamento favoráveis.

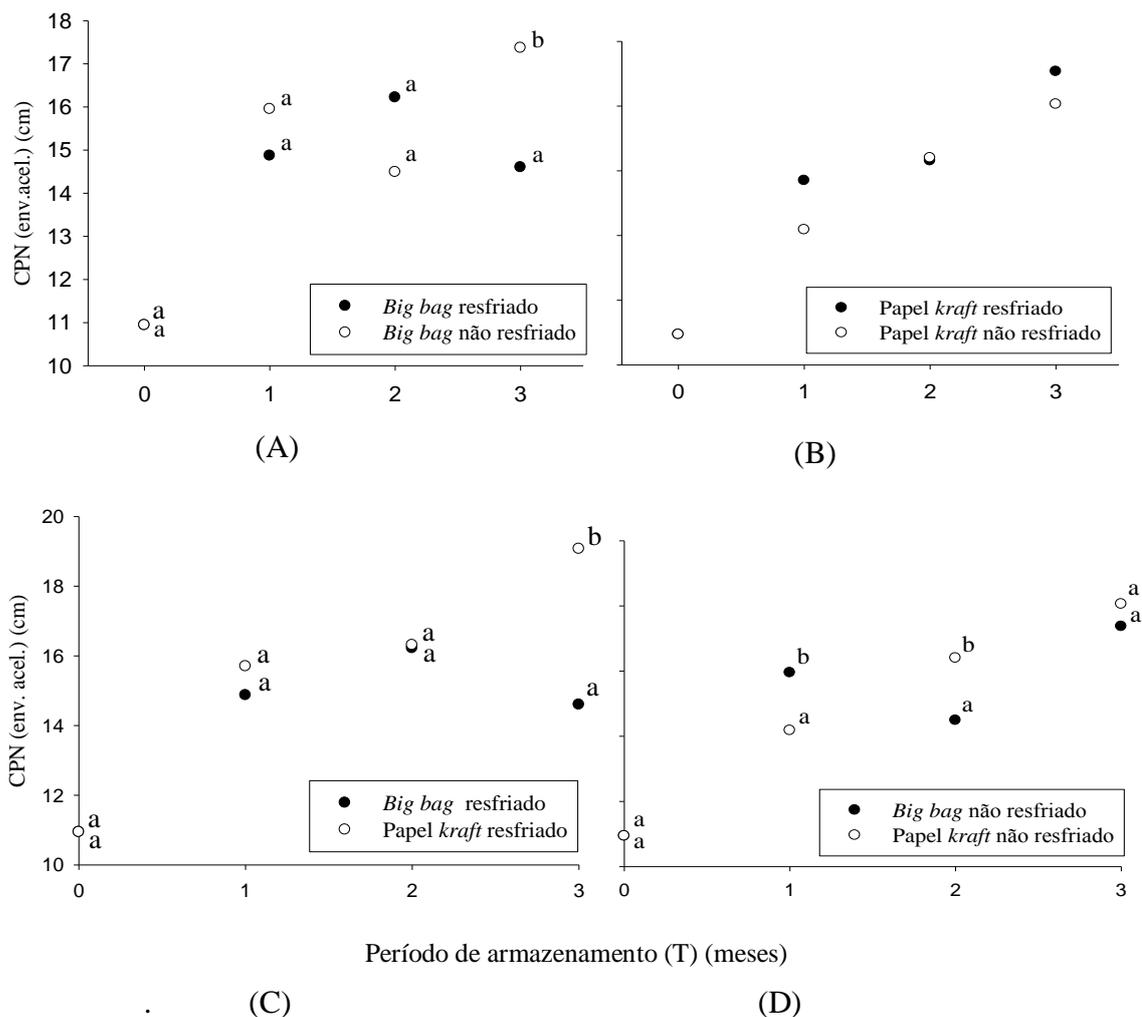


Figura 14 – Médias das avaliações do comprimento de plântulas normais (CPN), pelo teste de envelhecimento acelerado, comparando-se os dois tipos de embalagem com resfriamento (A) e sem resfriamento (B), e comparando-se, por tipo de embalagem, as condições com resfriamento (C) e sem resfriamento (D), ao longo do período de armazenamento. Médias desiguais, seguidas de letras minúsculas, por período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Observa-se na Figura 15 que a massa seca de plântulas normais, pelo teste de envelhecimento acelerado, não foi influenciada pelo resfriamento, nem pelo tipo de embalagem, somente pelo tempo de armazenagem. Desconsiderando-se o tempo zero, nota-se crescimento da massa seca nos demais períodos de armazenagem. Repete-se a mesma explicação sugerida para a avaliação do comprimento de plântulas normais. A variação percentual entre o início e o segundo período de armazenagem foi de, aproximadamente, 2,92%.

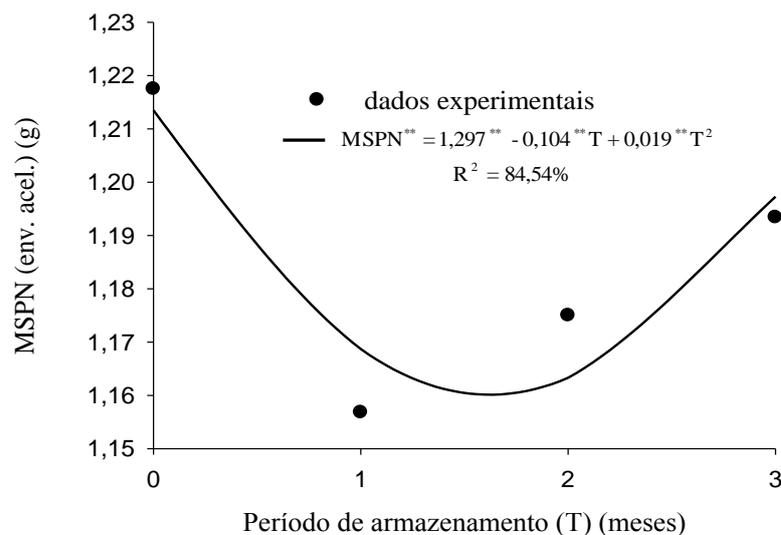


Figura 15 – Dados experimentais e estimados da massa seca de plântulas normais (MSPN), pelo teste de envelhecimento, ao longo do período de armazenamento. Equação significativa a 1% pelo teste F. \*\* - significativo a 1% pelo teste F. \* - significativo a 5% pelo teste F.

Na Tabela 7, está apresentado o resumo da análise de variância das avaliações do número de plântulas normais (NPN), massa seca de plântulas normais (MSPN) e comprimento de plântulas normais (CPN), pelo teste de emergência. A emergência foi influenciada, no teste de NPN pelos fatores embalagem e tempo isoladamente; no teste de MSPN houve influência do resfriamento, do tempo e da interação entre os fatores embalagem e tempo. No terceiro teste, de CPN, a interação entre os fatores embalagem e tempo, exerceu influência nas sementes emergidas.

Tabela 7 – Resumo da análise de variância das avaliações do número de plântulas normais (NPN), massa seca de plântulas normais (MSPN) e comprimento de plântulas normais (CPN), pelo teste de emergência.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios (QM)		
		NPN	MSPN	CPN
R	1	0,486 <sup>NS</sup>	8,068*	0,012 <sup>NS</sup>
E	1	2,891 <sup>NS</sup>	0,228 <sup>NS</sup>	4,386 <sup>NS</sup>
T	3	14,391**	51,182**	46,909**
R x E	1	0,003 <sup>NS</sup>	0,318 <sup>NS</sup>	0,144 <sup>NS</sup>
Erro 1	12	20,103	0,013	3,844
R x T	3	0,839 <sup>NS</sup>	1,772 <sup>NS</sup>	0,005 <sup>NS</sup>
E x T	3	1,232 <sup>NS</sup>	3,190*	4,989**
R x E x T	3	0,337 <sup>NS</sup>	0,192 <sup>NS</sup>	0,094 <sup>NS</sup>
Erro 2	36	20,421	0,019	2,504
CV 1 (%)		5,00	5,06	7,47
CV 2 (%)		5,04	6,11	6,03

\*\* Significativa a 1% \* Significativa a 5% NS - Não significativa. R- resfriamento. E- embalagem. T- tempo Indicados valores de QM para erro 1 e erro 2, e Fc ( $QM_{\text{tratamento}} / QM_{\text{residual}}$ ) para tratamentos e interações.

Na Figura 16, o NPN pelo teste de emergência é avaliado relativamente ao período de armazenamento. Nota-se tendência de crescimento linear, com o tempo de armazenamento, do número de plântulas normais, com valores de 93,3 a 97,9%. Minuzzi et al. (2013) verificaram comportamento adverso, ao longo de 21 dias, com crescimento no NPN nos sete primeiros dias e decréscimo para valores inferiores ao inicial nas duas semanas finais; entretanto, deve-se assinalar que, nesse experimento, as sementes de soja ficaram “armazenadas” na planta, até serem colhidas para as avaliações de vigor. Por outro lado, as médias observadas por Juvino et al. (2014) nos três primeiros meses de armazenamento da soja BMX Potência RR, armazenadas em condições naturais e em ambiente climatizado, ficaram acima de 80%.

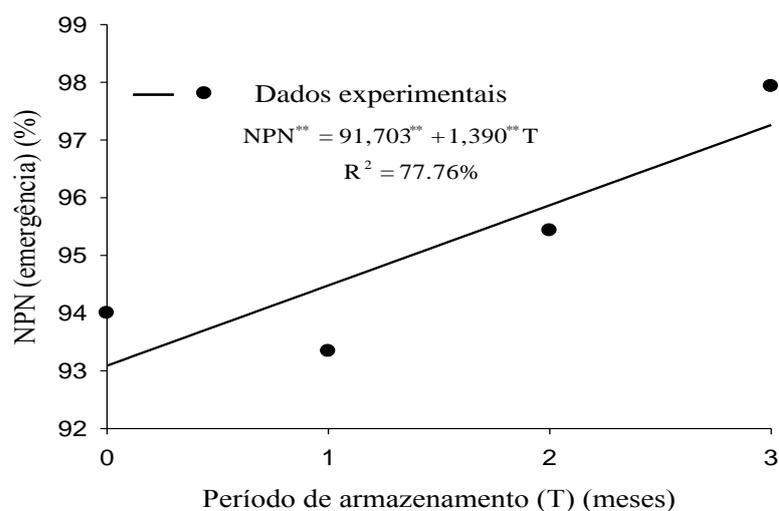


Figura 16 – Efeito do tempo de armazenagem no número de plântulas normais (NPN), pelo teste de emergência, para sementes resfriadas e não resfriadas em embalagens de *Big bag* e de papel *kraft*. Equação significativa a 1% pelo teste F. \*\* - significativo a 1% pelo teste F.

Na Figura 17, está representado o comportamento da massa seca de plântulas normais, pelo teste de emergência, ao longo do período de armazenagem, em função do fator embalagem. Constata-se que houve elevação das médias com o decorrer do tempo de armazenagem. Para as embalagens de papel *kraft*, observa-se um crescimento constante das médias da massa seca de plântulas, do início ao fim do período de armazenagem, que evoluíram de maneira linear. No caso das embalagens *big bags*, o crescimento foi atenuado durante o armazenagem, sendo inferior às embalagens de papel *kraft*. Os testes de massa seca e comprimento de plântulas, de acordo com Krzyzanowski et al. (1999), são úteis para indicar o vigor das sementes, porque, nessas, a taxa de transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário é maior, resultando em plântulas com maior acúmulo de massa e comprimentos maiores.

As médias da avaliação da massa seca de plântulas normais, pelo teste de emergência, estão indicadas na Figura 17. Ocorreram diferenças no segundo período de armazenagem, em que os *big bags* apresentaram maior eficiência, e no terceiro período, no qual se sobressaiu a embalagem de papel *kraft*. As embalagens de papel *kraft* possibilitam a troca de vapor d'água com o meio ambiente. Deve-se também observar que o desempenho das embalagens *big bags* ao longo do tempo de

armazenamento foi crescente, somente menos susceptível às variações da umidade relativa que as embalagens de papel *kraft*.

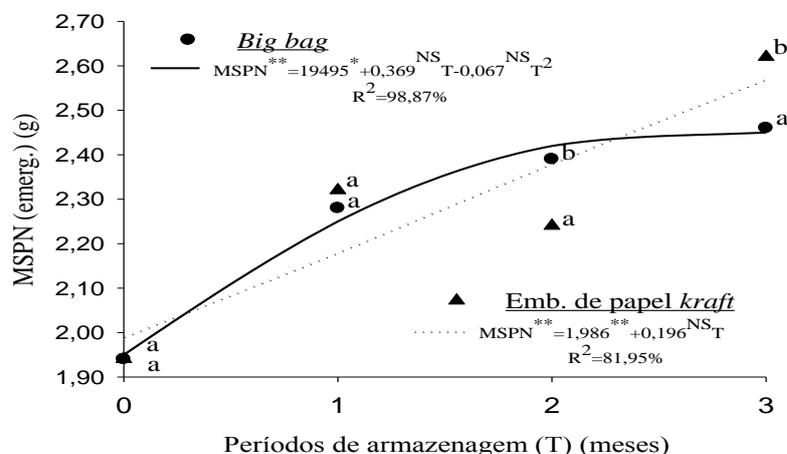


Figura 17 – Dados experimentais e estimados da massa seca de plântulas normais (MSPN), pelo teste de emergência, para embalagens de papel *kraft* e *big bags* ao longo do período de armazenamento. Médias diferentes, seguidas das mesmas letras, em cada período de armazenamento, diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equações significativas a 1% pelo teste F.

Na avaliação do comprimento de plântulas normais, conforme mostrado na Figura 18, para ambos os tipos de embalagens o aumento foi linear, sendo mais destacado para as embalagens *big bags*, sugerindo melhor resposta das sementes proporcionado por essa forma de acondicionamento, nessa avaliação.

Quando se comparam as diferenças entre as médias, na Figura 18, na avaliação do comprimento de plântulas normais, pelo teste de emergência, também nos segundo e terceiro períodos, verifica-se que o CPN das sementes dos *big bags* foram superiores em 2,66 cm e 2,38 cm, respectivamente. Essa constatação possibilita inferir que as embalagens *big bags* apresentaram desempenho superior as de papel *kraft*. A causa pode ser a melhor eficiência dos *big bags* em controlar o equilíbrio higroscópico das sementes, com reflexos no vigor.

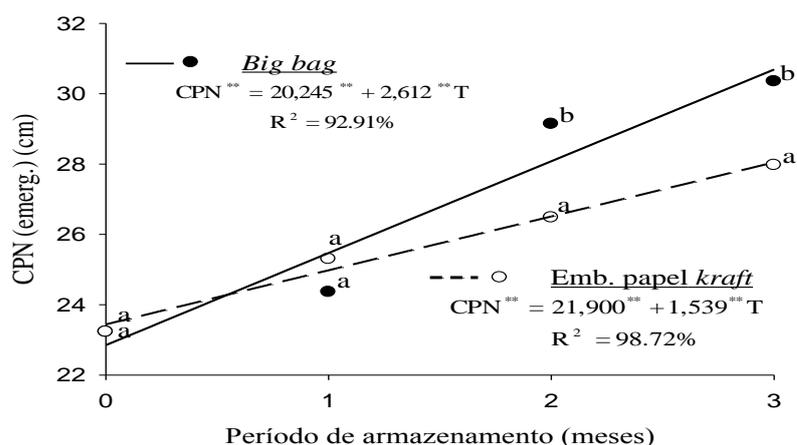


Figura 18 – Dados experimentais e estimados do comprimento de plântulas normais, pelo teste de emergência, para embalagens de *big bags* e papel *kraft* ao longo do período de armazenamento. Médias desiguais, seguidas das mesmas letras, em cada período de armazenamento, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Equações significativas a 1% pelo teste F. \*\* - significativo a 1% pelo teste F. \* - significativo a 5% pelo teste F.

As médias elevadas das três avaliações do teste de emergência, bem como os altos percentuais da germinação, reforçam os resultados do teste de condutividade elétrica, cujas médias diminuíram ao longo do tempo de armazenamento, sugerindo ter havido um rearranjo na estrutura celular que os testes de vigor acusaram. No teste de envelhecimento acelerado, a avaliação da massa seca de plântulas normais, observou-se crescimento das médias do primeiro até o terceiro períodos de armazenamento.

De modo geral, as embalagens *big bags* e sementes resfriadas tiveram resultados superiores em relação as outras condições. Na manutenção da temperatura de resfriamento das sementes, as embalagens *big bags*, mantendo a mesma temperatura de julho a início de agosto de 2013, enquanto as sementes em embalagens de papel kraft tiveram sua temperatura elevada ao do ambiente de armazenagem ainda em julho.

Na manutenção do teor de água, destacaram-se também as embalagens *big bags*. Ressalta-se que o volume maior comportado pelos *big bags* contribuiu para o resultado.

Nos testes de condutividade elétrica as embalagens *big bags*, apresentaram valores maiores que as sementes em embalagens de papel *kraft*.

Na avaliação de massa específica aparente as sementes não resfriadas apresentaram valores superiores. Não houve diferenças entre tipos de embalagem.

Na avaliação de primeira contagem da germinação os *big bags* com sementes não resfriadas, destacaram-se em relação às embalagens de papel *kraft*, no segundo tempo de armazenamento.

Na avaliação do IVG pelo teste de germinação, os tratamentos se equipararam e, pelo teste de envelhecimento acelerado, a embalagem de papel *kraft* foi superior aos *big bags*.

Na avaliação de primeira contagem pelo teste de envelhecimento acelerado as sementes resfriadas foram superiores às não resfriadas e a embalagem de papel *kraft*, superior aos *big bags*.

Na avaliação do número de plântulas normais pelo teste de envelhecimento acelerado, as sementes em *big bags* resfriados foram superiores aos não resfriados no tempo 3 de armazenamento. No tempo 4 de armazenamento, as embalagens de papel *kraft* com sementes não resfriadas tiveram desempenho superior as resfriadas.

Ainda pelo teste de envelhecimento acelerado, obteve-se na avaliação do comprimento de plântulas médias maiores para *big bags*.

No teste de emergência, nas avaliações de massa seca de plântulas normais e comprimento de plântulas normais os resultados foram melhores para *big bags* do que para embalagens de papel *kraft*.

## 6. CONCLUSÕES

Considerando as condições de realização do experimento, pode-se afirmar:

1. O desempenho das embalagens *big bags* na manutenção do teor de água das sementes, ao longo do período de armazenamento foi superior ao das embalagens de papel *kraft*.
2. Nas avaliações baseadas no desempenho de plântulas, obtiveram-se resultados melhores para embalagens *big bags*.
3. Os resultados não evidenciaram superioridade de sementes resfriadas em relação as não resfriadas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C. Cinética da Contração Volumétrica dos Grãos de Duas Cultivares de Milho-Pipoca Durante o Processo de Secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.2, n.1, p.61-65, 2000.

ALVES, W. M.; FARONI, L. R. D.; CORREA, P. C.; SILVA, M. C. H.; ALENCAR, E. R. Taxa respiratória e perda de matéria seca no armazenamento de milho sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.31, n.1, p.59-64, 2006.

ANDRADE, E. T.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M.; FARONI, L. R. D.; PEIXOTO, A. B. Qualidade de Sementes de Milho Armazenadas em Silo Metálico Cilíndrico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.28, n.2, p.23-30, 2003.

ANTONELLO, L. M.; MUNIZ, M. B.; BRAND, V. M. D.; GARCIA, D.; RIBEIRO, L.; SANTOS, V. Qualidade de Sementes de Milho Armazenadas em Diferentes Embalagens. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2191-2194, 2009.

AVELAR, S. A. G.; LEVIEN, A. M.; PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; BAUDET, L. Secagem estacionária de sementes de soja com ar desumidificado por resfriamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.454 - 462, 2011.

BENATTO JUNIOR, C.; BARROS, A. C. S. A.; TAVARES, L. C. ; RUFINO, C. A.; TUNES, L. V. M.; MENEGHELLO, G. E. Physiological Quality of Soybeans Seeds Treated with Fungicide and Coating with Polymers. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.2, p.269-273, 2012.

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L. Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja, Após o Processo de Hidratação-Desidratação e Envelhecimento Acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.34, n.6, p.1053-1066, 1999.

BRASIL. Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005. Estabelece normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de algodão, arroz, aveia, avevém, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trevo vermelho, trigo, trigo duro, triticale e feijão caupi. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 2005. Seção 1, p.18.

Disponível em:

<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/12/2005&ajornal=1&pagina=18&totalArquivos=11>>. Acesso em: 06 set. 2014.

CARDOSO, P. C.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; FILHO, O. A. L. Armazenamento em Sistema a Frio de Sementes de Soja Tratadas com Fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.15-23, 2004.

CARVALHO, T. C.; NOVENBRE, A. D. L. C.; MORAES, M. H. D.; GAGLIARDI, B. Envelhecimento Acelerado e Ocorrência de Fungos em Duas Cultivares de Soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.165-172, 2011.

CARVALHO, T. C.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; OHLSON, O. C.; PANOBIANCO, M. Comparação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja Convencional e de Sua Derivada Transgênica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1 p.164 -170, 2012. Nota científica.

**CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília: 2014. Mensal. ISSN 2318-6852. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_10\\_23\\_10\\_20\\_02\\_boletim\\_graos\\_outubro\\_2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_10_23_10_20_02_boletim_graos_outubro_2014.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2014.

CORLETT, F. M. F.; BARROS, A. C. S. A.; VILLELA, F. A. Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.148-158, 2007.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja Tratadas com Inseticidas Sob Efeito do Armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.131-139, 2010.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das Sementes de Soja Resfriadas Artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, v.17, n.1, p.7-14, 2009.

SEMENTE É TECNOLOGIA – ESPECIAL ABRASEM – AGROANALYSIS. Brasília: ABRASEM, 2014-. Disponível em: < <http://www.abrasem.com.br/semente-e-tecnologia-especial-abrasem-agroanalysis/>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

FARONI, L. R. D.; SILVA, J. Manejo de Pragas no ecossistema de Grãos Armazenados. In: SILVA, J. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2008. p.371 – 406.

FARONI, L. R. A.; ALENCAR, E. R.; PAES, J. P.; COSTA, A. R.; ROMA, R. C. Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.91-100, 2009.

FESSEL, S. A.; PANOBIANCO M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA, R. D. Condutividade Elétrica em Sementes de Soja Armazenadas Sob Diferentes Temperaturas. **Bragantia**, v. 69, n.1, p.207-214, 2010.

GIURIZATTO, M. I. K.; ROBAINA, A. D.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas ao hidrocondicionamento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, suplemento, p.711-717, 2008.

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.

LACERDA FILHO, A. F.; DEMITO, A.; QUIRINO, J. R.; COSTA, C. A.; HEBERLE, E. Resultados comparativos do resfriamento artificial e de aeração com ar ambiente na armazenagem de 60.000 t de milho em armazém graneleiro. **Relatório final de atividades técnicas (objeto do convênio número 023/2006 firmado entre a Cool Seed Resfriamento Artificial e a Universidade Federal de Viçosa**. Apoio: Caramuru Armazéns Gerais). Viçosa, 2008.

LABBÉ, L. M. B. Armazenamento de Sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas: 2003. p.366 – 414.

LAZZARI, S. M. N.; KARKLE, A. F.; LAZZARI, F. A. Resfriamento artificial para o controle de Coleóptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.50, n.2, p.293-296, 2006.

LOPES, D. C.; MARTINS, J. H.; MONTEIRO, P. M. B.; FILHO, L. A. F. Efeitos de Diferentes Estratégias de Controle no Ambiente de Armazenamento de Grãos em Regiões Tropicais e Subtropicais. **Revista Ceres**, v.57, n.2, p.157-167, 2010.

LOPES, M. M.; PRADO, M. O. D.; SADER, R.; Barbosa, R. M. Efeitos dos Danos Mecânicos e Fisiológicos na Colheita e Beneficiamento de Sementes de Soja. **Bioscience Journal**, v.27, n.2, p.230-238, 2011.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARTINS FILHO, S.; LOPES, J. C.; RANGEL, O. J. P.; TAGLIAFERRE, C. **Avaliação da** Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja Armazenadas em Condições de Ambiente Natural em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.201-208, 2001.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A. L. E.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de Sementes de Quatro Cultivares de

- Soja, Colhidas em Dois Locais no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p.176-185, 2010. Nota científica.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.48-85.
- NAKAGAWA, J. Testes de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. **Vigor de Sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p.13-15
- PEREIRA, V. F.; DORIA, E. C. B.; JUNIOR, C. B. C.; FILHO, N. L. C.; JUNIOR, S. V. Avaliação de temperaturas em câmaras frigoríficas de transporte urbano de alimentos resfriados e congelados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.158-165, 2010.
- POPINIGIS, F. Preservação da qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento. Brasília, DF: EMBRAPA, 1976. 52p
- QUIRINO, J. R.; MELO, A. P. C.; VELOSO, V. R. S.; ALBERNAZ, A. K.; PEREIRA, J. M. Resfriamento artificial na conservação da qualidade comercial de grãos de milho armazenados. **Bragantia**, v.72, n.4, p.378-386, 2013
- RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. Forma, Tamanho e Contração Volumétrica do Feijão (*phaseolus vulgaris* L.) Durante a Secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, n.1, p.15-24, 2005.
- RIGO, A. D.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D. E. C.; DEVILLA, I. A. Estratégias de Controle para o Processo de Aeração de Grãos em Protótipos de Silos Metálicos. **Global Science and Technology**, v.5, n.3, p.47-55, 2012.
- RIGUEIRA, R. J. A.; FILHO, A. F. L.; VOLK, M. B. S. Avaliação da Qualidade do Feijão Armazenado em Ambiente Refrigerado. **Alimentação e Nutrição**, v.20, n.4, p. 649-655, 2009.
- RIGUEIRA, R. J. A.; FILHO, A. F. L.; VOLK, M. B. S.; CECON, P. R. Armazenamento de Grãos de Café Cereja Descascado em Ambiente Refrigerado. **Engenharia na agricultura**, v.17, n.4, p.323-333, 2009.
- RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H.; MANTOVANI, B. H. M.; SILVA, J. N. Influência do Processo de Secagem Sobre a Massa Específica Aparente, Massa Específica Unitária e Porosidade de Milho-Pipoca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.45-48, 1999.
- SALINAS, A. R.; YOLDJIAN, A. M.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. **Pruebas de Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas de Soja**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.2, p.371-379, 2001.

- SANTOS, P. M.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; ARAÚJO, E. F.; CECON, P. R.; SANTOS, M. R. Efeito da Classificação por Tamanho da Semente de Soja na Sua Qualidade Fisiológica Durante o Armazenamento. **Acta Scientifica Agronomica**, v.27, n.3, p.395-402, 2005.
- SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade Fisiológica e Produtividade de Sementes de Soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n.3, p.35-41, 2010.
- SILVA, J. S.; BERBERT, P. A.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da Qualidade dos Grãos. In: Silva, J. S. (Ed) **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.
- SILVA, J.; FILHO, L. A. F.; DEVILLA, I. A.; LOPES, D. C. Aeração de Grãos Armazenados. In: SILVA, J. **Secagem e Armazenagem de Produtos agrícolas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2008. p.269 –295.
- SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, L. T. C. Viabilidade do Armazenamento de Sementes em Diferentes Embalagens para Pequenas Propriedades Rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p.45-56, 2010.
- SILVA, J. B.; LAZARINI; SÁ, M. E. Comportamento de Sementes de Cultivares de Soja, Submetidos a Diferentes Períodos de Envelhecimento Acelerado. **Bioscientific Journal**, v.26, n.5, p.755-762, 2010.
- SILVA, R. P.; TEIXEIRA I. R.; DEVILLA, I. A.; REZENDE, R. C.; SILVA, G. C. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*. L.) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1219-1230, 2011.
- SIMIONI, D.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; DEUNER, C. C.; PAGNUSSATT, F. A.; OLIVEIRA, M. Secagem Intermitente e Armazenamento de Aveia Cultivar UPFA 20 Teixeirainha. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.211-217, 2007.
- SOBRAL, L. S.; GRAMINHO, D. S.; JOSÉ, W.R. K.; ABREU, L. Preparados homeopáticos na germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, 2013.
- TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; BRUNES, A. P.; TUNES, L. M.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T. Desempenho de Sementes de Soja Sob Deficiência Hídrica: Rendimento e Qualidade Fisiológica da Geração F1. **Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1357-1363, 2013.
- VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do Vigor de Sementes de Soja Sobre o Seu Desempenho em Campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C. A. S.; SILVA, A. C. T. M.; NAKAGAWA, J. Teste de Comprimento de Plântula na Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.90-96, 2007

VIEIRA, R. D; KRZYZANOWISKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWISKI, F. C; VIEIRA, R. D; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

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