

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO PRÉ-
RESFRIAMENTO E DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO**

ANNA CARLA SOUZA LUCAS

Orientador:
Prof. Alexander Seleguini

Agosto - 2015

ANNA CARLA SOUZA LUCAS

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO PRÉ-RESFRIAMENTO E DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. Alexander Seleguini

Co-orientadora:

Prof.(a) Dra. Héria de Freitas Teles

Co-orientador:

Prof. Dr. Francisco Guilhien Gomes Júnior

Goiânia, GO – Brasil

2015

ANNA CARLA SOUZA LUCCAS

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO PRÉ-RESFRIAMENTO E DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 31 de agosto de 2015, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Alexander Seleguini
Presidente da Banca – UFG

Profa. Dra. Héria de Freitas Teles
Membro da Banca – UEG

Profa. Dra. Patrícia Pinheiro da Cunha
Membro da Banca – UFG

Prof. Dr. Edward Madureira Brasil
Membro da Banca – UFG

Goiânia, Goiás
Brasil

DEDICO

Aos meus pais Wagner e Roseane, pelo amor, carinho e ap

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me guiar e acompanhar em cada passo dado em minha vida.

Ao Professor Alexsander Seleguini pela orientação e ajuda na condução do trabalho.

Ao Sócio Diretor da empresa Sementes Brasília, Sr. Nairo Bernardino Gomes, pelo convite a realizar a pesquisa sobre o pré-resfriamento.

À Sementes Brasília, por proporcionar a condução da pesquisa de armazenamento e originar os resultados deste trabalho.

Aos funcionários da Sementes Brasília pelo auxílio durante as coletas.

À Professora Héria de Freitas Teles por ter sido a grande incentivadora do trabalho.

Ao Professor Francisco Guilhien Gomes Júnior pela co-orientação e grande contribuição durante a realização do trabalho, e também enriquecendo as informações com o teste de Análise Computadorizada de Imagem, realizado na Esalq/USP.

Aos colegas do Laboratório Oficial de Análise de Sementes da Agrodefesa em especial ao Carlos Augusto Bouhid de Camargo e ao Celen Rezende, por ter assumido o laboratório, me possibilitado dedicação à pesquisa. E também ao Héber Lima de Macedo por ter ajudado a idealizar as bandejas usadas na esterilização da areia.

Às minhas amigas e companheiras Ana Letycia Basso Garcia e Rosemeire Pereira Silva, por terem me ajudado e aguentado durante as coletas e maior parte do trabalho prático.

À minha amiga e professora de estatística e metodologia científica Anielia Pilar Campos de Melo, pela paciência e ensinamentos prestados, me ajudando a desvendar os mistérios da estatística de todo o trabalho, e principalmente por ser minha psicóloga nos momentos cruciais.

Ao meu tio Rogério Lucas, por ter gentilmente conseguido junto com o Secretário de Estado Giuseppe Vecci, a autorização para cursar o mestrado juntamente com o trabalho desenvolvido no Laboratório da Agrodefesa.

Aos funcionários do laboratório de pesquisa. Peter Ernest Sonnenberg na Escola de Agronomia - UFG, em especial ao Natal José Eufrazio que foi meu braço direito, e olhos atentos em momentos que não pude estar presente.

Aos Professores Patrícia Pinheiro da Cunha e Edward Madureira Brasil, por ter prontamente aceitado o convite para participar da banca.

À Professora Marivone Moreira dos Santos pelas contribuições prestadas.

Ao Dr. Vitor Henrique Vaz Mondo, por ter aceitado participar da realização deste trabalho.

À minha amiga Professora Karina Cordeiro Albernaz Godinho pelo incentivo e apoio de sempre, principalmente nos momentos finais deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio e companheirismo durante os trabalhos práticos e também escrito.

À todos, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	8
LISTA DE FIGURAS	9

	LISTA DE TABELAS.....	10
	RESUMO	11
	ABSTRACT	12
1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5	CONCLUSÃO.....	45
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Caracterização dos tratamentos empregados e respectivos lotes de semente de soja da variedade NA 7337 RR.....	24
-----------------	---	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Fluxograma de uma UBS de sementes de soja com destaque para as etapas de intervenções..... 25
- Figura 2** Locais de armazenamento, **A:** armazém comum (temperatura não controlada), **B:** armazém refrigerado (temperatura controlada), **C:** vista dos dois armazéns, **D:** equipamento de refrigeração do armazém refrigerado..... 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Potencial fisiológico dos lotes de sementes pré-resfriadas e não pré-resfriadas de soja submetidos a diferentes regimes de temperatura e períodos de armazenamento: germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), tetrazólio (TZ), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), índice de vigor- SVIS (IV-SVIS), peso de mil sementes (PMS) e umidade (U).....	31
Tabela 2.	Germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja pré-resfriadas e não pré-resfriadas armazenadas em diferentes	32

	condições e períodos.....	
Tabela 3.	Umidade (U) de sementes de soja pré-resfriadas e não pré-resfriadas armazenadas em diferentes condições e períodos.....	33
Tabela 4	Condutividade elétrica (CE) e índice de vigor (IV-SVIS) de sementes de soja pré-resfriadas e não pré-resfriadas armazenadas em diferentes condições e períodos.....	41
Tabela 5.	Desdobramentos dos fatores “pré-resfriamento” e “armazenamento” para as variáveis: condutividade elétrica (CE) e peso de mil sementes (PMS).....	42
Tabela 6	Efeitos dos fatores isolados referentes ao pré-resfriamento e armazenamento no vigor de sementes de soja.....	42

RESUMO

LUCCAS, A.C.S. **Qualidade fisiológica de sementes de soja em função do pré-resfriamento e do ambiente de armazenamento** 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2015.¹

O principal desafio de se armazenar sementes de soja por determinado período é conservar ao máximo o potencial fisiológico inicial. O armazenamento por longos

períodos sem controle de temperatura e umidade compromete a germinação e o vigor em razão do elevado processo de deterioração. Para tanto, busca-se alternativas para o armazenamento adequado a sementes de alto potencial fisiológico. Neste sentido, com o surgimento de tecnologias de resfriamento de sementes antes do ensaque e durante o armazenamento o objetivo deste trabalho foi verificar as possíveis reações das sementes pós-resfriamento artificiais dinâmico (antes do ensaque) mantidas em temperatura ambiente e em temperatura controlada para avaliar as condições das mesmas. Quatro lotes da cultivar NA 7337 RR com peneiras de 5,5 mm e 6,5 mm, resfriadas a 12°C e 13°C por processo dinâmico antes do ensaque, foram utilizados. Amostras de sementes foram coletadas após 0, 45, 90, 135, 180 dias do armazenamento em dois ambientes diferentes: armazém comum (sem controle de temperatura) e armazém refrigerado (com controle de temperatura). As sementes foram submetidas às avaliações de - germinação, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em areia, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, tetrazólio, peso de 1000 sementes, umidade e análise computadorizada de imagens de plântulas. Concluiu-se que o pré-resfriamento artificial dinâmico antes do ensaque é importante na conservação do potencial fisiológico de sementes de soja, mas, precisa estar associado ao armazenamento em ambiente com temperatura e umidade controladas.

Palavras-chave: *Glycine max*, resfriamento, armazenamento, vigor, SVIS

¹ Orientador: Prof. Dr. Alexander Seleguini. EA-UFG.

Co-Orientadora: Profa. Dra. Héria de Freitas Teles. UEG.

..Co-Orientador: Prof. Dr. Francisco Guilhien Gomes Júnior. Esalq-USP.

ABSTRACT

LUCCAS , A.C.S. **Soybean seed physiological potential as a function of pre-cooling and storage room** 2015. 49 f . Dissertation (Master in Agronomy: Crop production) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2015.¹

The main challenge of storing soybeans for a certain period is to conserve the most of the initial feature. The storage for long periods without temperature and humidity

control undertakes germination and vigor due to the high process of deterioration. Therefore, we seek alternatives for proper storage at high physiological potential seeds. In this sense, with the emergence of seed cooling technologies before bagging during storage and the objective of this study was to investigate the possible reactions of dynamic artificial post-cooling seeds (before bagging) stored at room temperature and under controlled temperature to assess the same conditions. Four lots of the cultivar IN 7337 RR with sieves of 5.5 mm and 6.5 mm, cooled to 12°C and 13°C for dynamic process before bagging, were used. Seed samples were collected after 0, 45, 90, 135, 180 days of storage in two different environments: common warehouse (without temperature control) and refrigerated warehouse (with temperature control). Being evaluated parameters: germination, accelerated aging, seedling emergence in sand, germination speed index, electrical conductivity, tetrazolium, weight of 1000 seeds, humidity and computerized image analysis. It was concluded that the dynamic Artificial pre-cooling before bagging is important in the conservation of soybean seed quality, but it must be associated to the environment in storage with controlled temperature and humidity

Key words : *Glycine max* , cooling, storage, vigor

¹ Adviser: Prof. Dr. Alexsander Seleguini. EA-UFG.

Co-Adviser: Profa. Dra. Héria de Freitas Teles. UEG.

..Co-Adviser: Prof. Dr. Francisco Guilhien Gomes Júnior . Esalq-USP

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio passou por grandes modificações nas últimas décadas, tornando o Brasil um dos líderes globais no setor agrícola e se destacando em um dos setores mais importantes da economia nacional, responsável por cerca de 23% do PIB e um quarto de todos os empregos gerados no País. A safra de grãos brasileira saltou de 76 milhões de toneladas para mais de 195 milhões, sendo o incremento da área aproximadamente de 40%, totalizando um pouco mais de 55 milhões de hectares, em um prazo de vinte anos. O Brasil não aumentou somente a produção, vem também produzindo mais por área, aumentando assim a sustentabilidade do agronegócio brasileiro (Santos, 2014).

Esses avanços foram acompanhados pelo desenvolvimento de um potente sistema de produção. A intensificação do uso de sementes melhoradas resultou no crescimento e na diversificação da produção de sementes, proporcionados, principalmente, pela evolução do melhoramento genético, o uso de biotecnologia e a incorporação de novas tecnologias ao processo de produção. Atualmente, no Brasil, os patamares de produtividade de soja estão acima de 3.000 kg ha⁻¹. A semente, base do agronegócio, é o principal veículo de tecnologia e inovação no setor agrícola (Santos, 2014).

Um dos principais desafios hoje é armazenar sementes de soja por determinado período conservando-se ao máximo a qualidade inicial. O armazenamento inicia-se quando as sementes alcançam o ponto de maturidade fisiológica (PMF) pouco antes da colheita, e termina depois que essas estão prontas para serem semeadas (Peske, 2012). Independentemente das regiões climáticas, ter instalações adequadas para armazenamento é um importante componente nas operações relacionadas às sementes, mas são essenciais em regiões de clima quente, devido às adversidades para o armazenamento (Delouche, 1973).

Em regiões tropicais é comum antecipar a semeadura, com o uso de cultivares de ciclos curtos (superprecoce e precoce), para realizar a colheita mais cedo devido à alta ocorrência de chuvas no verão. Isso exige maior preparo das usinas de beneficiamento, para receber, secar, beneficiar e armazenar garantindo a manutenção da qualidade dessas sementes do início ao final do processo.

O armazenamento de sementes de soja por longos períodos sem controle de temperatura e umidade relativa do ar compromete a germinação e vigor em razão do elevado processo de deterioração, provocado pela grande oscilação desses fatores ambientais. A semente por ser higroscópica, entra em constante equilíbrio com a umidade do ar ambiente (Bordignon, 2009).

Para tanto, alternativas para o armazenamento adequado das sementes de alto potencial fisiológico com a utilização de câmaras com controle de temperatura e umidade relativa do ar, podem ser importantes para conservar as sementes por maior tempo (Baudet, 2003). A refrigeração artificial do ambiente por meios de equipamentos apropriados pode ser útil em qualquer região, mas principalmente em regiões com temperaturas médias acima de 20°C. Muitos estudos já comprovaram que a utilização de ar refrigerado é

importante na manutenção da qualidade fisiológica das sementes durante o período de armazenamento.

Neste sentido, surgiu recentemente o Resfriamento Artificial Dinâmico, onde a semente é resfriada no seu movimento descendente por ação da gravidade em silos projetados para essa finalidade. O ar frio é conduzido em sentido contracorrente ao fluxo de sementes. É aplicado em UBS após o beneficiamento e imediatamente antes do ensaque (Peske et. al., 2012). Estudos comprovaram que essa tecnologia mantém os índices de germinação e vigor das sementes armazenadas (Barreto & Demito, 2009; Zucki & França Neto, 2013).

No entanto, ainda há temas que precisam ser discutidos e aprofundados sobre esse assunto, uma vez que os estudos, em sua maioria, abordam o resfriamento artificial dinâmico antes do ensaque com armazenamento somente em temperaturas ambiente.

Diante deste cenário, buscando contribuir com os estudos sobre a tecnologia de produção e armazenamento de sementes este trabalho objetivou estudar a qualidade fisiológica de sementes de soja em função do pré-resfriamento e do ambiente de armazenamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A soja é a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo. A produção mundial de soja na safra 2013/2014 foi de 283,873 milhões de toneladas. A área plantada foi de 113,049 milhões de hectares (Embrapa, 2015). A produtividade estimada para a safra 2013/2014 no Brasil foi de 2.842 kg/ha (com quebra de produção). O Brasil e os Estados Unidos são os dois maiores exportadores mundiais. A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) estima uma produção brasileira para safra 2014/2015 de 96,20 milhões de toneladas (estimativa de agosto de 2015) Já o United States Department of Agriculture (USDA) estima um aumento de produção para a safra 2015/2016, que começa a ser plantada em setembro de 2015 passando de 94,5 milhões de toneladas da safra 2014/2015 para 97 milhões na safra 2015/2016.

O Brasil ocupa atualmente o segundo lugar na produção mundial de soja, sendo o principal produto do agronegócio do país. É a cultura que mais cresceu nas últimas décadas e corresponde a 49,2% da área total plantada de grãos. Segundo os dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil exportou no último ciclo mais de 42 milhões de toneladas do grão (Embrapa, 2015).

Para o ciclo de 2015/2016 a expectativa é que o Brasil consolide-se como o maior exportador de soja do mundo. As primeiras estimativas apontam para um volume de 49,75 milhões de toneladas seguido dos Estados Unidos com 48,31 milhões e da Argentina com 8,50 milhões de toneladas. O total a ser exportado na safra pode chegar a mais de 121,00 milhões de toneladas (FAEP/USDA).

Para sustentar a alta produção de grãos de soja, foi necessária a organização do setor sementeiro, com estabelecimento de normas e padrões de produção e comercialização. A qualidade das sementes é estabelecida no campo, mas deve ser mantida nas demais fases como a secagem, o beneficiamento e o armazenamento (Peske et. al., 2012).

Em regiões que registram altas temperaturas, um dos fatores que mais afeta a qualidade das sementes é a deterioração por umidade, principalmente no campo, pois é a fase que ocorre depois do ponto de maturidade fisiológica e antes da colheita. As sementes devem ser colhidas no momento adequado, evitando-se qualquer atraso. São normalmente colhidas quando, pela primeira vez, o grau de umidade se encontra abaixo de 18% durante o processo natural de secagem no campo (Arantes, 1993).

O ideal é que as sementes de alta qualidade sejam colhidas em condições de baixa umidade, associadas a temperaturas amenas. Essas condições ideais não são facilmente encontradas em regiões quentes, porém é preciso ajustar isso escolhendo regiões com altitude superior a 700m, ou mudando a data de semeadura (Peske e Barros, 2007).

Atualmente não existem diferentes épocas de semeadura para a produção de grãos e para a produção de sementes, pois ambas estão condicionadas ao vazio sanitário. Para a produção de sementes, algumas vezes altas produtividades são sacrificadas em favor da obtenção de sementes de maior qualidade. A época da semeadura deve ser de acordo com a maturação das sementes (ciclo), respeitando o vazio sanitário e também adequando

aos dias que ocorram condições de temperatura amenas associadas com menores índices de precipitação pluvial.

A produção de sementes nas regiões tropicais tem um custo mais elevado, pois exige uso de tecnologia avançada, maior atenção e cuidados no recebimento, secagem, e armazenamento. O descarte de lotes de sementes, devido problemas de germinação, representa custo adicional às empresas, sendo necessárias novas tecnologias que amenizem esses problemas juntamente com os demais cuidados a serem tomados (Canton, 2010).

Para Kryzanowski et. al. (2006) a produção de sementes de soja com alta qualidade depende da adoção de técnicas especializadas. A utilização pelos produtores de boas técnicas de controle na produção de sementes visa superar limitações impostas pelos diversos fatores que podem afetar a semente. Fazem parte dessas técnicas, a condução de lavoura de alto nível tecnológico, colheita com grau de umidade de 17 a 13%, sistema de secagem adequado, máquinas tanto na colheita como no beneficiamento com tecnologias avançadas e um sistema de resfriamento da massa de semente para garantir a qualidade do lote, mantendo a germinação, o vigor e o controle de fungos e pragas.

Assim, a adoção pelo produtor de um sistema regulado pela legislação vigente, de controle de qualidade eficiente é fator preponderante de viabilidade de produção de semente, como ferramenta de enfrentamento das condições climáticas e da relação benefício-custo.

Segundo Delouche (1982), sementes de soja deterioram mais rapidamente que sementes de arroz, milho, sorgo e outras espécies, quando submetidas às mesmas condições de campo, colheita, secagem e armazenamento. Dentre as grandes espécies apenas as sementes de amendoim são mais problemáticas que a soja (Arantes, 1993).

A exposição de sementes a ciclos alternados de alta e baixa umidade antes de colheita, devido à ocorrência de chuvas ou flutuações de umidade relativa do ar, resulta na deterioração por umidade. A colheita deve ocorrer no momento mais favorável à semente (Peske, 2012).

O processo de deterioração das sementes é mais acentuado principalmente na fase final de maturação de sementes, quando o teor de umidade baixa pela primeira vez aos 25% (Mondragon & Potts, 1974). Entre esta fase e a colheita, a exposição das sementes a altas temperaturas, associada a condições alternantes de alta/baixa umidade, em

decorrência de chuvas frequentes e oscilações nos índices de umidade relativa (UR) do ar, resulta na deterioração por umidade, comprometendo o vigor e a viabilidade destas sementes durante o período de armazenamento (Delouche et al., 1973; Minor & Paschal, 1982; Delouche, 1982; Dassou & Kueman, 1984; França Neto, 1984).

Além deste problema, a ocorrência de elevados índices de danos mecânicos nas sementes, devido à má regulação dos equipamentos de colheita e trilha, ou à imperícia do operador, agravam ainda mais o problema, uma vez que a capacidade da semente de suportar armazenamento fica reduzida (Arantes, 1993).

Diversos procedimentos podem ser adotados para diminuir a deterioração causada pelo armazenamento a campo, a colheita deve ocorrer no momento mais favorável à semente (Peske, 2012); antecipar a colheita, colhendo quando o teor de umidade das sementes estiver entre 15 e 19%; utilizar cultivares que tolerem melhor as condições climáticas desfavoráveis de campo; semear em época específica para a produção de sementes e localizar campos de produção em regiões onde o clima apresente propícios para a produção de sementes (Arantes, 1993).

A época de semeadura deve ocorrer sempre quando a maturação coincidir com temperaturas amenas e baixa ocorrência de chuvas. O uso de cultivares resistentes às principais enfermidades resulta em menor necessidade de aplicação de fungicidas foliares, menor poluição ambiental e economia (Peske, 2012).

As sementes de soja submetidas ao estresse de alta temperatura e seca podem ter problemas como: tamanho pequeno, pouco denso, imaturo, enrugado ou deformado; isso tudo compromete também a qualidade.

As sementes de soja, expostas a condições de alta temperatura, chuvas e/ou umidade do ar elevada (orvalho, neblina), sofrem sérias consequências de deterioração no campo devido a higroscopicidade, e tem seu teor de umidade condicionado pelo ambiente. Os efeitos negativos desse processo se acentuam quando o teor de umidade das sementes submetidas a estas condições é inferior a 25% (Mondragon & Potts, 1974).

A alternância de períodos secos e úmidos, aliada a temperaturas elevadas na fase final da maturação predispõe a ocorrência de injúrias ao tegumento, como consequência de expansões e contrações após uma série de ciclos de umedecimento e secagem. Como o tegumento da semente não é perfeitamente elástico, a primeira

consequência é o enrugamento. As lesões ocasionadas são bastante peculiares e nitidamente observadas através da semente colhida. Resultante desse processo ocorre o cansaço físico dos tecidos, que pode resultar em ruptura do tegumento e nos tecidos embrionários, comprometendo o controle de permeabilidade das membranas aos níveis celular e sub-celular. Organelas, como as mitocôndrias, são particularmente afetadas por tal processo, havendo menor produção de energia (ATP) necessária para a germinação (França Neto, 1984; Marco-Filho, 2015).

Outro ponto importante a ser considerado é a composição química da semente de soja que em média possui 40% de proteínas, 20% de lipídios (óleo), 5% de minerais e 34% de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos como rafinose e estaquiose). A soja não possui amido (Marcos-Filho, 2015).

Ainda segundo Marcos-Filho (2015), as sementes armazenam reservas no endosperma e/ou embrião; em dicotiledôneas, geralmente situam-se nos cotilédones e mais raramente são encontradas em outros tecidos. De um modo geral, os carboidratos, as proteínas e os lipídios são as principais substâncias de reserva, mas as proporções de cada um desses componentes variam de acordo com a espécie e frequentemente com o cultivar. De acordo como tipo de reservas predominantes, as sementes de soja pode ser classificadas em aleuro-oleaginosas que se caracterizam por armazenar lipídios e proteínas. Poucos são os casos de sementes que apresentam proteínas como o principal componente; a soja e o algodão são considerados exceções.

O mesmo autor afirma que as sementes ricas em lipídios têm teor de água inferior ao das ricas de amido, ou melhor um ponto de equilíbrio higroscópico inferior, sob a mesma umidade relativa do ar e temperatura. Isto ocorre porque os lipídios são hidrófobos, não apresentando afinidade à água; como o amido pode-se combinar com a água, as sementes amiláceas podem captar maior quantidade de água no mesmo ambiente. As proteínas apresentam a maior afinidade à água; na situação exposta, as sementes de soja, embora possuam cerca de 20% de óleo, são ricas de proteínas, de modo que apresentariam teor de água de 10,7% superior às de amendoim, que possuem maior teor de óleo e menor de proteínas, com comparação à soja, nas condições descritas.

Essas informações são importantes porque fundamentam os procedimentos

básicos para a secagem e armazenamento das sementes. Por outro lado, o armazenamento sob condições inadequadas pode prejudicar o potencial fisiológico das sementes, pois o teor de água superior ao considerado seguro pode incentivar o processo respiratório, mobilizar reservas e liberar energia, acelerando a deterioração; a energia liberada nesse processo poderá faltar quando as sementes mais necessitarem, ou seja, ao iniciarem a germinação (Marcos-Filho, 2015).

Outro fator é o controle dos insetos, que deve ser constantemente monitorado visto que danos causados por insetos são irreversíveis, esse cuidado é importante tanto no campo quanto no armazenamento. Existem numerosas espécies de pragas que podem provocar danos à cultura da soja, e pela frequência e abrangência com que elas se manifestam, podem ser considerados dois grupos principais: as pragas chaves, que exigem controle frequente, apresentando-se em todas as estações de cultivo, e aquelas pragas que ocorrem esporadicamente ou em regiões restritas. Dentro do primeiro grupo encontram-se a lagarta da soja e os percevejos, uma vez que estas pragas são responsáveis por aproximadamente 90% das aplicações de inseticidas na cultura, devido a sua frequência e abundância em praticamente todas as regiões onde se cultiva soja no Brasil (Moscardi, 1990).

As principais espécies de insetos que atacam as sementes armazenadas são pertencentes às ordens Coleoptera e Lepidoptera. Esses insetos podem ser divididos em primários e secundários; os primários são aqueles com capacidade de atacar as sementes inteiras, enquanto os secundários somente se alimentam de sementes já danificadas, resultantes de injúrias mecânicas ou da ação de insetos primários. Os primários são mais importantes, dada a capacidade de romper o tegumento da semente (Carvalho & Nakagawa, 2012).

As atividades desses insetos são influenciadas pelas condições do meio. Desta forma, temperaturas na faixa de 23 a 35°C e teores de água das sementes de 12 a 15% são condições favoráveis ao desenvolvimento para quase totalidade desses insetos. Ao alterar essas condições para temperaturas ou teor de água de sementes mais baixos, consegue-se diminuir as atividades deles ou até paralisá-las. Segundo Bragantini (2005) quando a temperatura de armazenamento é mais baixa pode-se armazenar com segurança, mesmo quando a umidade está acima do ideal, pois a baixa temperatura inibe o desenvolvimento

de micro-organismos e insetos. Em valores abaixo de 9%, o teor de água passa a ser um fator crítico para os insetos, cujas populações não podem viver por longo período ou não se reproduzem (Ramírez Genel, 1975 e Carvalho & Nakagawa, 2012).

Segundo Popinigis (1985), muitas regiões climáticas brasileiras são favoráveis à preservação da qualidade fisiológica de sementes da colheita até o próximo plantio (6 a 9 meses), mas há também aquelas que não possuem características suficientemente favoráveis necessitando armazenar sementes sob condições controladas de umidade do ar e/ou temperatura.

Quando se fala em sementes já colhidas, a temperatura relativamente baixa é fácil complementar com armazenamento em temperaturas baixas; mas em se tratando de regiões tropicais e subtropicais, onde a temperatura de colheita é mais alta, somente a refrigeração no armazenamento não é o bastante para manter a qualidade fisiológica destas sementes. É necessária a complementação, o que vem sendo proporcionado pelo resfriamento artificial dinâmico antes do ensaque (pré-resfriamento) para depois essas sementes fiquem armazenadas em baixas temperaturas, a fim de manterem seu elevado potencial fisiológico.

O pioneirismo do estudo sobre resfriamento artificial dinâmico é atribuído a Demito (2006), em Hernandárias, no Paraguai. Posteriormente, Canton (2010) realizou trabalhos nesta linha na Codetec em Cascavel-PR, mais recentemente, Zuchi et al., (2013) apresentou um trabalho sobre resfriamento artificial de semente de soja e Quirino et al., (2013) estudou o efeito do resfriamento artificial na conservação da qualidade comercial de grãos de milho armazenados em regiões tropicais.

Demito & Lima Afonso (2009), trabalharam com a variedade de soja BRS 184 da safra 2004/2005, após o resfriamento artificial dinâmico antes do ensaque, as sementes foram acondicionadas em blocos de sacarias de 40 kg e o controle em temperatura ambiente. Os blocos foram monitorados com termômetros digitais introduzidos a 50, 100, 150 e 200 cm de profundidade durante 140 dias. Esses autores afirmaram que as sementes de soja resfriadas artificialmente mantiveram estabilidade térmica durante todo o período de armazenagem, principalmente em maiores profundidades. As sementes resfriadas artificialmente mantiveram o poder germinativo dentro do padrão comercial, devido aos menores valores de temperatura durante o período do armazenamento, enquanto que as

sementes sem o resfriamento tiveram sua germinação abaixo do padrão.

A temperatura e umidade das sementes são fatores fundamentais para sua armazenagem. Segundo Baudet (2003) e Delouche (2002), o armazenamento de sementes em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, permite conservá-las por determinados períodos de tempo.

Zuchi & França Neto (2013), avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de soja resfriadas artificialmente por um processo dinâmico e armazenadas em ambientes sem controle de temperatura e umidade relativa do ar. Dois lotes de sementes das cultivares Monsoy 8757, TMG 115RR, BRS Valiosa RR, foram utilizados, esses autores concluíram que as sementes de soja resfriadas artificialmente pelo processo dinâmico tem potencial fisiológico superior às sementes não resfriadas durante o ensaque e armazenadas em condições não controladas. No entanto, para os lotes de sementes de alta qualidade fisiológica, pode ter melhor desempenho mais isso não foi observado.

Virgolino et al., (2014), estudaram os efeitos da aeração resfriada na qualidade de sementes de soja, as sementes foram armazenadas e aeradas em silo e após, o enchimento, resfriadas durante 19 dias, a 20°C. Um lote de 8.000kg foi embalado em sacos de papel Kraft trifoliado com massa de 40 kg, arranjado em pallets com 50 volumes e empilhados. Outro lote de sementes resfriadas foi acondicionado em big bags de polipropileno, com capacidade para 1.000kg, e dispostos sobre pallets no nível do piso. Foi verificado redução da qualidade fisiológica das sementes de soja ao longo do tempo de armazenamento, evidenciado pela redução do índice de velocidade de germinação (IVG), o resfriamento das sementes antes do armazenamento e as embalagens de papel kraft e big bag não influenciaram o potencial fisiológico das sementes de soja.

O tema foi bastante discutido nos últimos anos. No entanto, os trabalhos se limitaram a estudar somente o resfriamento artificial dinâmico antes do ensaque (pré-resfriamento). Mas o que acontece depois? As sementes pré-resfriadas devem ficar armazenadas em ambientes controlados? Qual a margem de perda nessas condições? Para responder essas questões foi desenvolvida a presente pesquisa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de abril/2014 a janeiro/2015, na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da empresa Sementes Brasília, localizada no município de Vianópolis-GO, a 96 km da capital, Goiânia-GO, situado a 992 metros de altitude, latitude: 16°44'36'' sul e longitude: 48°30'52'' oeste. As análises realizadas no Laboratório Oficial de Análise de Sementes da Agrodefesa, no Laboratório de Pesquisa Peter Ernest Sonnemberg da Universidade Federal de Goiás e também no Laboratório de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal da Esalq/USP em Piracicaba-SP, para onde foram encaminhadas.

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo dois tratamentos de pré-resfriamento (com e sem), dois ambientes de armazenamento (ambiente natural e ambiente climatizado) e cinco períodos de armazenamento (0, 45, 90, 135 e 180 dias).

No procedimento inicial, foram escolhidos quatro (8) lotes da cultivar NA 7337 RR, separados por diferentes datas de ensaque (Lotes 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08). Dentro desses oito lotes iniciais, de 300 sacos/40 kg, quatro (4) foram caracterizados por tamanho de peneira 5,5mm (lotes 01, 02, 03 e 04) e outros quatro com peneira 6,5mm (lotes 05, 06, 07 e 08). Cada lote foi dividido em 150 sacos, somente metade desses lotes passou pelo processo de pré-resfriamento dinâmico (Quadro 1).

Quadro 1. Caracterização dos tratamentos empregados e respectivos lotes de sementes de soja da cultivar NA 7337 RR

LOTE	PENEIRA	DATA DE	TEMPERATURAS DA SEMENTE		TRATAMENTOS	
			ENTRADA NO SILO (°C)	ENSAQUE (°C)	PRÉ-RESF.	ARMAZENAMENTO
01	5,5	05/04/14	26,5	13,3	Sim	Temp. não controlada*
						Temp. controlada**
02			28,7	25,9	Não	Temp. não controlada*
						Temp. controlada**
03		19/04/14	30,0	13,3	Sim	Temp. não controlada*
						Temp. controlada**
04			26,7	25,7	Não	Temp. não controlada*
						Temp. controlada**
05	6,5	26/06/14	21,9	12,5	Sim	Temp. não controlada***
						Temp. controlada****
06			-	-	Não	Temp. não controlada***
						Temp. controlada****
07		01/07/14	26,0	12,3	Sim	Temp. não controlada***
						Temp. controlada****
08			-	-	Não	Temp. não controlada***
						Temp. controlada****

*Temperatura média de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, desvio padrão=1,18(UR= $\pm 64\%$, desvio padrão=9,63)

** Temperatura média de $\pm 17^{\circ}\text{C}$, desvio padrão=0,24(UR= $\pm 71\%$, desvio padrão=3,14)

***Temperatura média de $\pm 21^{\circ}\text{C}$, desvio padrão=2,83(UR= $\pm 63\%$, desvio padrão=9,42)

****Temperatura média de $\pm 17^{\circ}\text{C}$, desvio padrão=0,53(UR= $\pm 64\%$,desvio padrão=12,42)

O processo de pré-resfriamento deu-se com quatro circuitos mais frios e de potência total de 130 kw PCS (COOLSEED PCS 40); as caixas de resfriamento possuíam

capacidade estática máxima de 15.000 kg. O ar chegou na massa de sementes a 12°C, e as sementes refrigeradas chegaram em média de 12 a 13°C, antes do ensaque. A outra metade do mesmo lote foi ensacada com a temperatura que a semente estava no momento do beneficiamento (média 25°C). Todas as sementes foram embaladas em sacos de papel kraft trifoliado com massa de 40 kg (Figura 1).

Todos os lotes foram novamente divididos em sublotes de 150 sacos para armazenamento nos diferentes ambientes testados: Ambiente climatizado (temperatura controlada) (média 17°C) e Ambiente natural (temperatura não controlada).

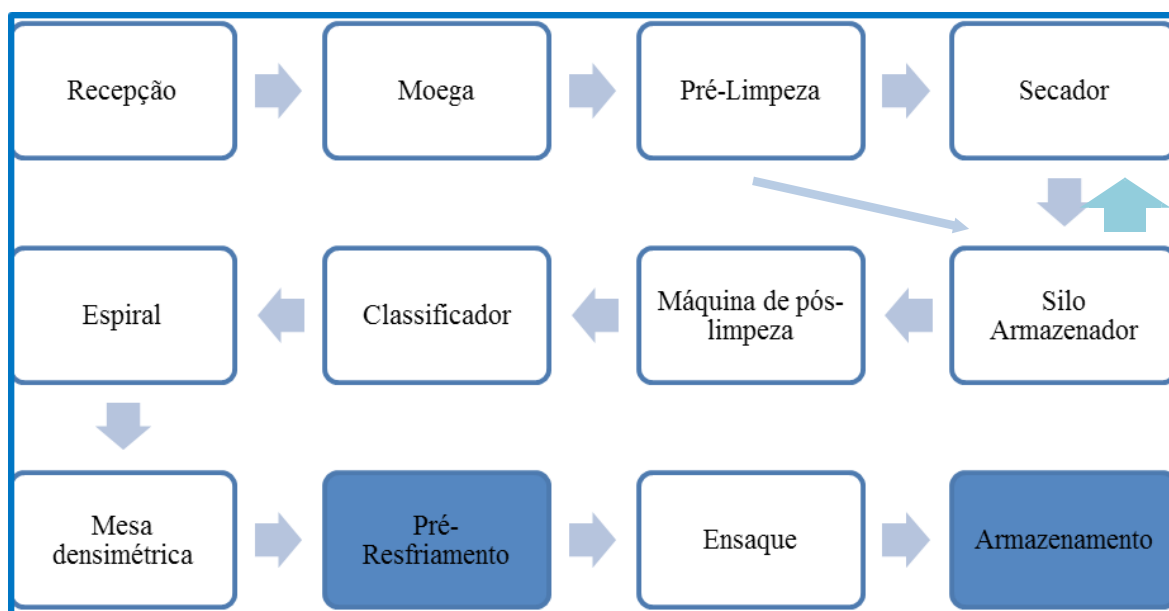


Figura 1 – Fluxograma da UBS de soja da empresa Sementes Brasília, com destaque para as etapas onde foram feitas as intervenções.

Na empresa, o armazém natural (ambiente sem controle de temperatura e umidade) é construído de tijolo e pé direito de 8m, com capuzes de vento para circulação de ar, piso de massa asfáltica. Já o ambiente climatizado com temperatura controlada é feito com painéis modulares com núcleo de isolamento térmico em poliestireno expandido (EPS), com espessura de 100mm, módulo de 1156mm, peso próprio de 9,84 kg/m², vão autoportante de 2800mm, para temperatura de trabalho < 10°C, temperatura ambiente externa considerada de 25°C, com revestimento em aço inox ou alumínio, com os modulados em encaixe utilizados nas paredes da câmara e piso de massa asfáltica. A

temperatura média registrada durante o armazenamento foi cerca de 17°C, com a refrigeração feita com evaporadores de ar forçado (linha central de ar) (Figura 2).

Os 16 sublotes de 150 sacos/40kg ficaram armazenados durante 180 dias, arranjado em três pallets com 50 volumes e massa de 40 kg cada e empilhados. Foi feito o monitoramento diário da temperatura e umidade em cada ambiente com termohigrômetro digital. Os lotes 01, 02, 03 e 04 ficaram armazenados de abril a outubro, já os lotes 05, 06, 07 e 08 ficaram armazenados de junho a dezembro.



Figura 2 - Locais de armazenamento das sementes, **A:** armazém comum (temperatura não controlada), **B:** armazém refrigerado (temperatura controlada), **C:** vista dos dois armazéns, **D:** equipamento de refrigeração do armazém refrigerado.

As amostras de 2kg foram coletadas aleatoriamente, no momento do ensaque (zero dia) e aos 45, 90, 135 e 180 dias de armazenamento, utilizando-se calador de metal de 30 cm de comprimento, totalizando 16 amostras por período de armazenamento. As

amostras foram coletadas e colocadas em sacos de papel 8x12x23cm para submissão aos laboratórios para procederem as análises pertinentes.

Para todos os quatro lotes de sementes submetidos a todos os tratamentos foram realizados as seguintes análises: testes de germinação, índice de velocidade de emergência (areia), envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, teste de tetrazólio, peso de mil sementes, teste de umidade e análise computadorizada de imagens de plântulas.

Teste de germinação: 200 sementes (quatro repetições de 50 sementes, por tratamento) foram distribuídos em rolo de papel germiteste, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e posteriormente mantido em germinadores (tipo Mangelsdorf) a 25°C. As avaliações foram realizadas aos cinco dias após a instalação dos testes (primeira contagem de germinação) sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Envelhecimento acelerado: 200 sementes (quatro repetições de 50 sementes, por tratamento), distribuídas em caixas de poliestireno - gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), com malha de arame na posição central, as sementes foram depositadas e uma camada de 40 mL de água no fundo (sem contato com as sementes). As caixas foram depositadas em câmara de envelhecimento (CAE) a 41°C, e permaneceram por 48 horas (Association of Official Seed Analysts, 1983; Krzyzanowski et. al., 1991; Marcos Filho, 1999). Após esse período, quatro repetições de 50 sementes foram submetidas ao teste de germinação, com as avaliações realizadas aos cinco dias após a instalação.

Índice de velocidade de emergência de plântulas em areia: conduzido conforme recomendações de Krzyzanovisk (1999). Quatro repetições de 50 sementes de cada unidade experimental, coletadas em cada período de armazenamento, semeadas em bandejas de plástico com areia estéril de textura média, com 35cm de comprimento e 3 cm de profundidade de sulcos. As bandejas foram mantidas em telado com temperatura e umidade monitoradas durante 15 dias. O número de plântulas foi contado a partir do surgimento das primeiras folhas para a avaliação final aos 15 dias após semeadura (com o cotilédone total aberto), as contagens foram diárias, e os resultados relatados em porcentagem, com o índice de velocidade de emergência calculado de acordo com MAGUIRE, 1962. É importante destacar aqui o procedimento para esterilização da areia,

que foi lavada e esterilizada sempre antes do uso a fim de eliminar microrganismos presentes. A esterilização foi feita em estufa de circulação de ar a 150°C, a areia lavada foi colocada em bandejas de calha, e posteriormente deixada na estufa a 150°C por 12 horas, depois esperava as bandejas esfriar e a areia era utilizada para semeio.

Condutividade elétrica: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por unidade experimental, pesadas em balança com resolução de 0,001g colocadas para embeber em copos plásticos (200 mL) com 75 mL de água destilada, depositadas em B.O.D. (incubadora) a 25°C durante 24 horas (ISTA, 1995). A medição da condutividade elétrica foi efetuada por meio de medidor de condutividade de bancada marca ION, modelo 30107-03 e os resultados foram expresso em $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes (AOSA, 1983; Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Tetrazólio: foram utilizadas duas repetições de 50 sementes de cada unidade experimental que foram pré-umedecidas entre papel de germinação, durante 16 horas a 25°C, posteriormente imersas em solução de tetrazólio a 0,075% e mantida por três horas a 35°C na câmara de envelhecimento (CAE) na ausência de luz, essas sementes foram lavadas em água e avaliadas a viabilidade (germinação) e vigor das sementes de acordo com a metodologia estabelecida por França Neto (1999).

Grau de umidade: foi realizado com 10 subamostras em recipientes de diâmetro de 5 – 8 cm, em cada recipiente foi obtido o peso da amostra de trabalho em g de $4,5 \pm 0,5$. O método utilizado foi o método da estufa a 105°C. Regulou-se a estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, os recipientes foram secos na mesma estufa por 30 minutos e resfriados em dessecador, foi pesado o recipiente e sua tampa em balanças com sensibilidade de 0,001g, usou-se sementes inteiras de soja, distribuídas uniformemente nos recipientes, pesados, agora contendo as sementes, juntamente com as tampas, foi iniciado a contagem do tempo de secagem somente após a temperatura retornar a 105°C, mantidas as amostras na estufa durante 24 horas. As amostras foram tampadas e colocadas em dessecador até esfriar e pesadas (Brasil, 2009).

Peso de mil sementes: contou-se ao acaso, com contadores mecânicos, oito repetições de 100 sementes cada. Em seguida as sementes de cada repetição foram pesadas (Brasil, 2009).

Análise computadorizada de imagens de plântulas (software SVIS®): para

captura e processamento das imagens as plântulas foram obtidas de quatro repetições de 25 sementes para cada lote, colocadas para germinar em duas fileiras situadas no terço superior da superfície do papel toalha, a 25°C, durante três dias. Em seguida, as imagens foram captadas em scanner HP Scanjet 2004, montado de maneira invertida no interior de uma caixa de alumínio com 60cmx50cmx12cm e operado por software Photosmart, com resolução de 100 dpi (Hoffmaster et al., 2005; Marcos Filho et al., 2006). As plântulas normais, anormais e sementes mortas identificadas em cada repetição foram transferidas do papel toalha para uma folha de cartolina de coloração preta, colocada sobre a plataforma interna de caixa metálica. As imagens digitalizadas foram analisadas pelo programa *Seed-Vigor Imaging System* (SVIS), sendo obtidos os valores de índice de vigor, para cada lote (Sako et al. 2001)

As análises estatísticas foram efetuadas por meio de análise de variância (Teste F) e pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para as variáveis estudadas, com regressões polinomiais nos três fatores avaliados (pré-resfriamento x armazenamento x período) e também em dois fatores isolados combinando (pré-resfriamento x armazenamento), (pré-resfriamento x período) e (armazenamento x período).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se interação significativa ($p < 0,01$) entre os fatores pré-resfriamento x ambiente de armazenamento x período de armazenamento para as variáveis germinação, envelhecimento acelerado e umidade em três dos quatro lotes estudados (lotes 01, 02, 03, 04, 05 e 06). Já para o envelhecimento acelerado em todos os lotes estudados houveram interações entre os fatores pré-resfriamento x ambiente de armazenamento ($p < 0,01$) (Tabela 1). Para a interação pré-resfriamento x período de armazenamento houveram significâncias ($p < 0,01$) para as variáveis envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência, análise computadorizada de imagens (SVIS) e grau de umidade para todos os quatro lotes avaliados (Tabela 1). Já a interação entre os fatores armazenamento x período foi significativa ($p < 0,01$) em todos os quatro lotes para a variável grau de umidade (Tabela 1). E em seis dos oito lotes estudados (lotes 01, 02, 03, 04, 05 e 06) foi significativa ($p < 0,01$) para as variáveis: germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica (Tabela 1).

Tabela 1. Potencial fisiológico dos lotes de sementes pré-resfriadas e não pré-resfriadas de soja submetidos a diferentes regimes de temperatura e períodos no armazenamento: germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), tetrazólio (TZ), condutividade elétrica (CE), índice de velocidade de emergência (IVE), índice de vigor - SVIS (IV-SVIS), peso de mil sementes (PMS) e umidade (U).

	G	EA	TZ	CE	IVE	IV-SVIS	PMS	U
Lotes 01 e 02								
Pré-Resfriamento (P)	21,32**	47,84**	11,11**	28,62**	5,08*	24,55**	15,61**	192,81**
Armazenamento (A)	26,91**	155,82**	75,11**	10,60**	5,02*	63,59**	13,02**	374,89**
Período (T)	20,35	197,55	24,71	10,57	5,70	53,95	62,14	101,08
Regressão	L**	L**	L**	L**	Q**	L**	L**	Q**
(P x A)	9,13**	20,63**	2,25 ns	5,73*	3,55 ns	0,025 ns	31,65**	74,28**
(P x T)	2,46 ns	11,85**	4,39*	6,11**	13,12**	7,57 **	2,47*	10,49**
(A x T)	6,75**	17,39**	16,41**	12,87**	3,40*	5,27 **	1,24 ns	75,26**
(P x A x T)	3,84**	3,65**	1,46 ns	4,26**	0,77 ns	4,09 **	3,14*	9,87**
Lotes 03 e 04								
Pré-Resfriamento (P)	0,46 ns	0,44 ns	0,009 ns	1,99 ns	5,59*	381,00**	17,75**	2,94 ns
Armazenamento (A)	2,73 ns	16,01**	0,089 ns	60,79**	22,08**	3,88 ns	29,33**	149,57**
Período (T)	16,78	182,12	0,52	25,30	346,44	93,57	26,74	54,80
Regressão	L**	L**	ns	L**	Q**	L**	L**	L**
(P x A)	1,59 ns	46,74**	0,63 ns	13,96**	32,78**	0,38 ns	7,07**	8,73**
(P x T)	2,93*	3,29*	4,16*	1,53 ns	13,75**	12,19**	3,06*	5,44**
(A x T)	5,29**	3,30*	1,08 ns	9,38**	58,84**	0,99 ns	2,37 ns	37,02**
(P x A x T)	4,19**	10,07**	2,78 ns	1,14 ns	11,26**	0,18 ns	2,24 ns	2,51*
Lotes 05 e 06								
Pré-Resfriamento (P)	71,48**	1309,38**	29,78**	175,22**	26,35**	15,31**	209,81**	840,75**
Armazenamento (A)	3,46 ns	100,97**	17,67**	51,45**	17,85**	1,82 ns	0,0018 ns	171,22**
Período (T)	97,87	237,68	5,14	22,01	41,77	114,69	34,35	365,91
Regressão	L**	L**	L*	L**	C**	L**	L**	L**
(P x A)	15,06**	27,21**	0,96 ns	40,47**	21,87**	16,66**	2,01 ns	3,48 ns
(P x T)	8,35**	24,13**	2,50 ns	3,71**	9,36**	9,25**	4,02**	45,93 **
(A x T)	5,07**	15,50**	2,85 ns	3,35*	8,26**	1,03 ns	1,27 ns	146,35**
(P x A x T)	4,06**	8,02**	1,94 ns	2,86*	15,08**	1,68 ns	0,45 ns	4,59**
Lotes 07 e 08								
Pré-Resfriamento (P)	12,46**	23,45**	7,53*	28,41**	3,45 ns	233,90**	15,40**	90,41**
Armazenamento (A)	0,10 ns	10,48 ns	1,71 ns	1,48 ns	7,61**	0,15 ns	6,92**	30,87**
Período (T)	79,09	53,51	12,83	14,74	60,22	91,38	33,25	34,15
Regressão	L**	L**	Q**	L**	C**	L**	Q**	L**
(P x A)	0,92 ns	0,007*	0,78 ns	2,65 ns	3,23 ns	3,65 ns	10,06**	3,26 ns
(P x T)	16,61**	33,72**	1,72 ns	1,92 ns	4,50**	2,88*	1,06 ns	3,78**
(A x T)	0,45 ns	1,30 ns	1,54 ns	1,09 ns	1,75 ns	0,28 ns	0,82 ns	23,75**
(P x A x T)	1,01 ns	1,10 ns	0,69 ns	0,37 ns	2,85*	1,31 ns	2,78*	0,54 ns

* - significativo (p<0,05)

** - significativo (p<0,01)

ns - não significativo

L - Linear

Q - Quadrática

Tabela 2. Germinação (G) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de soja pré-resfriadas e não pré-resfriadas armazenadas em diferentes condições e períodos.

	Lotes 01 e 02	AMBNC	AMBC	Lotes 03 e 04	AMBNC	AMBC	Lotes 05 e 06	AMBNC	AMBC	Lotes 07 e 08	AMBNC	AMBC
G (%)	R - 0	95,00 A	95,00 A	R - 0	91,00 A	91,00 A	R - 0	91,00 A	91,00 A	R - 0	90	90
	R - 45	91,00 A	88,50 A	R - 45	87,00 A	91,00 A	R - 45	80,50 A	84,50 A	R - 45	84,5	82
	R - 90	91,00 A	87,50 A	R - 90	84,00 A	84,00 A	R - 90	80,50 B	91,00 A	R - 90	85	80
	R - 135	88,00 A	90,50 A	R - 135	81,00 A	77,50 A	R - 135	85,50 A	89,00 A	R - 135	72,5	77,5
	R - 180	79,00 B	92,00 A	R - 180	69,50 B	84,00 A	R - 180	61,50 B	70,50 A	R - 180	57,5	56,5
	NR - 0	93,50 A	93,50 A	NR - 0	89,50 A	89,50 A	NR - 0	82,00 A	82,00 A	NR - 0	69	69
	NR - 45	87,50 A	90,50 A	NR - 45	85,50 A	89,50 A	NR - 45	82,50 A	87,50 A	NR - 45	82,5	84
	NR - 90	81,00 B	89,50 A	NR - 90	77,5 B	87,00 A	NR - 90	74,00 A	79,50 A	NR - 90	79,5	81
	NR - 135	73,00 B	89,00 A	NR - 135	85,00 A	75,00 B	NR - 135	80,50 A	68,00 B	NR - 135	80	79,5
	NR - 180	75,50 B	84,00 A	NR - 180	85,00 A	83,50 A	NR - 180	58,50 A	51,00 B	NR - 180	54	58,5
EA (%)	R - 0	86,50 A	86,50 A	R - 0	71,50 A	71,50 A	R - 0	79,00 A	79,00 A	R - 0	80,5	80,5
	R - 45	71,50 A	73,50 A	R - 45	62,50 A	69,50 A	R - 45	55,00 A	56,00 A	R - 45	36	42
	R - 90	68,50 A	75,50 A	R - 90	62,50 B	72,00 A	R - 90	44,50 B	73,50 A	R - 90	26,5	36,5
	R - 135	57,00 B	72,00 A	R - 135	29,50 B	47,00 A	R - 135	49,00 B	68,50 A	R - 135	19,5	23
	R - 180	33,50 B	58,00 A	R - 180	10,50 B	41,50 A	R - 180	29,5 B	49,5 A	R - 180	6,6	17
	NR - 0	91,00 A	91,00 A	NR - 0	66,50 A	66,50 A	NR - 0	56,00 A	56,00 A	NR - 0	46,5	46,5
	NR - 45	63,00 B	74,50 A	NR - 45	64,00 A	64,00 A	NR - 45	26,50 B	33,00 A	NR - 45	44	64
	NR - 90	48,50 B	79,50 A	NR - 90	71,50 A	63,50 B	NR - 90	10,50 B	23,00 A	NR - 90	49,5	52,5
	NR - 135	30,00 B	64,50 A	NR - 135	39,00 A	43,50 A	NR - 135	14,50 A	13,00 A	NR - 135	40,5	44,5
	NR - 180	14,50 B	41,50 A	NR - 180	27,00 A	40,50 B	NR - 180	8,50 A	13,00 A	NR - 180	33,5	36,5

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para cada conjunto dentro de cada variável avaliada, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); R - Resfriado; NR - Não Resfriado; AMBNC – Ambiente Não Controlado; AMBC – Ambiente Controlado

Tabela 3. Umidade (U) de sementes de soja pré-resfriadas e não pré-resfriadas armazenadas em diferentes condições e períodos.

	Lotes 01 e 02	AMBNC	AMBC	Lotes 03 e 04	AMBNC	AMBC	Lotes 05 e 06	AMBNC	AMBC	Lotes 07 e 08	AMBNC	AMBC
U	R - 0	11,24 A	11,24 A	R - 0	12,12 A	12,12 A	R - 0	10,66 A	10,66 A	R - 0	11,17	11,17
(%)	R - 45	11,19 A	11,37 A	R - 45	12,02 A	11,89 A	R - 45	10,01 B	10,58 A	R - 45	11,1	11,98
	R - 90	11,06 A	11,16 A	R - 90	11,23 A	11,82 A	R - 90	8,80 B	10,04 A	R - 90	10,66	11,38
	R - 135	10,19 A	11,10 A	R - 135	9,98 B	12,48 A	R - 135	9,00 B	10,22 A	R - 135	10,03	11,27
	R - 180	9,49 B	11,13 A	R - 180	8,77 B	11,59 A	R - 180	9,80 A	8,57 B	R - 180	10,03	8,97
	NR - 0	12,37 A	12,37 A	NR - 0	13,01 A	13,01 A	NR - 0	12,24 A	12,24 A	NR - 0	10,3	10,3
	NR - 45	12,06 B	12,57 A	NR - 45	11,61 A	11,63 A	NR - 45	11,46 B	11,97 A	NR - 45	9,69	11,22
	NR - 90	11,36 B	12,40 A	NR - 90	10,34 B	12,18 A	NR - 90	10,23 B	11,47 A	NR - 90	9,07	10,44
	NR - 135	9,55 B	12,17 A	NR - 135	9,28 B	12,01 A	NR - 135	9,42 B	11,43 A	NR - 135	8,77	10,38
	NR - 180	9,21 B	12,38 A	NR - 180	6,98 B	11,84 A	NR - 180	10,03 A	9,06 B	NR - 180	9,8	8,78

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para cada conjunto dentro de cada variável avaliada, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); R - Resfriado; NR - Não Resfriado; AMBNC – Ambiente Não Controlado; AMBC – Ambiente Controlado

O potencial fisiológico mais crítico ocorreu nas **sementes não pré-resfriadas armazenadas em ambiente natural** para as condições de temperatura e umidade da região onde foi feito o armazenamento (Tabela 2). Nos lotes 01 e 02, o vigor (envelhecimento acelerado) expressa uma queda de 84% nas sementes não pré-resfriadas armazenadas em temperatura ambiente com relação as sementes não pré-resfriadas armazenadas em temperatura controlada que teve uma queda de 54%. Mesmos resultados foram observados nos lotes 03, 04, 05 e 06 (Tabela 2).

Pelo teste de condutividade elétrica também evidenciou-se mesmo comportamento, com menores condutividades das sementes não pré-resfriadas, armazenadas em ambiente controlado comparada àquelas mantidas em ambiente natural (Tabela 4). Menores valores de condutividades elétricas em sementes sugerem que as células estão mais organizadas nas sementes, lixiviando menos solutos na solução. Resultado semelhante foi observado por Vieira et. al (2008), afirmando que a temperatura de armazenamento de sementes de soja pode interferir na liberação de eletrólitos na solução de embebição e conseqüentemente nos resultados do teste de condutividade elétrica.

Segundo Canton (2010) a germinação e o vigor das sementes de soja caem acentuadamente a partir de quatro meses de armazenamento em condições ambientais a temperatura acima de 20°C. Uma hipótese é de que altas temperaturas exercem um pequeno efeito deteriorativo em sementes, mesmo em sementes com baixo grau de umidade; essas armazenam bem a temperaturas até 25°C. Porém, sementes com alto grau de umidade não suportam temperaturas maiores que 10°C. Esses fatos mostram que o controle do grau de umidade da semente e/ou da UR são mais eficientes para assegurar um bom armazenamento do que o controle da temperatura (Peske, 2012).

Com relação ao teor de água da semente, verificou-se que o ambiente com temperatura controlada conservou melhor o grau de umidade das sementes nos lotes 01,02, 03, 04, 05 e 06 (Tabela 3) havendo perdas mais significativas nas sementes armazenadas na temperatura ambiente (Tabela 3). Estes resultados podem ser explicados pela alta variação de temperatura e umidade ocorridas no ambiente sem controle de temperatura (Quadro 1). A semente de soja é higroscópica (Matthes et al., 1969), portanto, seu teor de água está em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Quando a umidade relativa do ar é

alta, o teor de água da semente se eleva; quando a umidade relativa é baixa, o teor de água da semente é baixo (Delouche, 1973b). Matthes & Butler (1968) recomendam teores de água na massa de sementes entre 9-10%, com umidade relativa do ar a 55%, para o armazenamento seguro de soja. Delouche (1975) observou que a alta qualidade inicial da semente poderia ser mantida em condições tropicais por nove meses, caso a mesma fosse armazenada com teores de água entre 9 e 9,5% (50 a 60% UR) em temperaturas entre 20-25°C. Já, Harrington (1959) salienta que mesmo sementes suficientemente secas poderão elevar seu teor de água a níveis problemáticos durante períodos de alta umidade, podendo comprometer a qualidade.

Segundo Peske (2012) sementes de soja devem ser armazenadas com grau de umidade de 12% ou menos, armazenamento com 13% de umidade pode ser considerado marginal, independentemente da umidade relativa do ar e da temperatura. A UR pode também influenciar a atividade de fungos de armazenamento (*Aspergillus* e *Penicillium*). Os efeitos desses patógenos são significativos em ambiente de alta umidade, porém há estudos que mostram o desenvolvimento desses gêneros de fungos a umidades com 65%.

Assim, a perda da viabilidade das sementes em climas úmidos (tropical e subtropical) durante o armazenamento deve-se, principalmente, a mudanças fisiológicas na semente e, em segundo plano, à atividade dos fungos. Estudos realizados em sementes de soja e cevada mostraram que a viabilidade e o vigor das sementes foram reduzidas antes que houvesse uma invasão substancial dos fungos do armazenamento nos ambientes úmidos (Peske, 2012).

A respiração de uma massa de sementes é outro fator muito importante a ser considerado com relação à umidade e a temperatura. As consequências diretas do processo respiratório numa massa de sementes são o umedecimento e a elevação da temperatura, agravando-se os efeitos quando é considerada ainda a respiração de micro-organismos e dos insetos que podem estar junto com as sementes. O resultado é um rápido declínio da germinação e do vigor das sementes. O aumento do processo respiratório das sementes implica também no aumento do consumo de reservas, com a consequente perda de peso (Peske, 2012).

O presente trabalho comprovou que as sementes não pré-resfriadas armazenadas a uma temperatura controlada de 17°C (UR 64 a 71%) apresenta uma

deterioração mais lenta em relação às sementes mantidas a uma temperatura ambiente de 21°C (UR 63 a 64%) num período de 180 dias (Tabela 2). Porém, somente os lotes 1 e 2 chegaram aos 180 dias de armazenamento com germinação ainda dentro do padrão estabelecido pelo MAPA (Tabela 2). No lote 1 a queda da germinação aos 180 dias das sementes não pré-resfriadas armazenadas em ambiente controlado é somente de 10% contra 19% de queda nas sementes não pré-resfriadas armazenadas em ambiente não controlado (Tabela 2). No teste de vigor (envelhecimento acelerado) os dados são mais expressivos, mostrando que as sementes sem pré-resfriamento demonstram quedas no vigor mais acentuada quando armazenadas na temperatura ambiente (sem controle) do que as sementes não pré-resfriadas armazenadas em temperatura controlada, nos lotes 01 e 02 a queda do vigor das sementes na temperatura controlada é de apenas 54% contra queda de 84% das sementes armazenadas na temperatura ambiente, no lote 03 e 04 a queda é de 39% contra 59% das armazenadas em temperatura ambiente, e nos lotes 05 e 06 há uma queda de 77% contra 85% das sementes armazenadas em temperatura ambiente.

Henning et al. (1985), compararam os efeitos de dois níveis iniciais de umidade de sementes de “Tropical”, armazenadas em câmara fria e em ambiente natural em Teresina-PI. O vigor e a germinação da semente foram periodicamente acompanhados através dos testes de tetrazólio, envelhecimento precoce e germinação padrão. Observou-se que após 45 dias de armazenamento em ambiente natural ambos decresceram significativamente. Depois de três meses, a ocorrência de *Aspergillus* sp. era de média, superior a 50% e a germinação e o vigor das sementes foram drasticamente reduzidos. Por outro lado, quando o armazenamento foi efetuado em câmara fria (12-15°C e 65-70% UR) não ocorreram problemas com *Aspergillus* sp. e a qualidade da semente foi mantida por seis meses.

O armazenamento em condições frias (0 a 5°C) considera-se ideal para sementes. Apesar da baixa temperatura, não se formarão cristais de gelo se as sementes estiverem com umidade abaixo de 14%, os lotes observados apresentaram umidade inicial abaixo de 12% (Tabela 3). Alguns autores consideram que o armazenamento de sementes secas em temperatura abaixo de 0°C aumenta a longevidade. Porém, nessas condições, a UR torna-se alta e as sementes poderão absorver água, podendo formar cristais de gelo após certo período de tempo, causando morte de células e perda da viabilidade na semente.

Nesse caso, é essencial armazenar as sementes em embalagens à prova de vapor de água (Peske, 2012).

As sementes pré-resfriadas de um modo geral iniciaram o processo de armazenamento com o potencial fisiológico superior e grau de umidade mais baixos do que as não pré-resfriadas independente do local de armazenamento (Tabela 2 e 3). Na situação das sementes pré-resfriadas armazenadas em temperatura ambiente, o potencial fisiológico final não foi satisfatório para as condições naturais onde o presente trabalho foi desenvolvido, quando comparado com as mesmas sementes armazenadas em ambiente controlado (Tabela 2). Analisando a germinação (G), verifica-se uma melhor conservação do potencial fisiológico das sementes pré-resfriadas mantidas em ambiente controlado, nas mesmas sementes mantidas em ambiente não controlado as perdas são bastante acentuadas. No lote 1, ocorreu somente 3% de perda do potencial fisiológico nas sementes mantidas em ambiente controlado, comparado com 17% de perda nas sementes mantidas em ambiente natural, o lote 2 apresenta o mesmo comportamento, perdas de 8% nas sementes armazenadas em ambiente controlado, contra 24% de queda nas mesmas sementes armazenadas em ambiente natural, já no lote 3 a diferença entre os ambientes é um pouco menor porém muito significativa 32% de perdas das sementes armazenadas em ambiente natural contra 23% de perda das mesmas armazenadas em ambiente controlado (Tabela 2).

Outro teste que também confirma a importância de se armazenar sementes pré-resfriadas em ambiente com controle de temperatura é o teste de vigor (EA), apresentando uma conservação de mais que o dobro das sementes pré-resfriadas armazenada em ambiente com controle de temperatura, em relação as mesmas sementes armazenadas em temperatura ambiente.

Canton (2010), afirmou que o pré-resfriamento de sementes de soja (15°C) conserva a qualidade fisiológica das sementes por oito meses em condições naturais. Outras pesquisas comprovaram que o pré-resfriamento artificial mantém a qualidade de sementes de milho e soja, durante o armazenamento (Carvalho & Silva, 1994), mas em condições de clima tropical as sementes tendem a perder sua viabilidade após 120 dias de armazenamento (Estevão, 2002).

As sementes pré-resfriadas apresentam menor lixiviação de solutos no teste de condutividade elétrica, o que indica uma melhor organização das membranas do sistema de

sementes pré-resfriadas (Zuchi, 2013), mas o atual trabalho mostra que se essas mesmas sementes (pré-resfriadas) forem armazenadas em ambiente controlado os índices de lixiviação de solutos podem ser ainda menores (Tabela 5). Os lotes 01, 02, 03, 04, 05 e 06 apresentaram menores índices de condutividade elétrica nas sementes pré-resfriadas. No teste de tetrazólio o melhor vigor também ficou nas sementes pré-resfriadas e armazenadas em ambiente controlado, concordando com o teste de análise computadorizada de imagens de plântula que apresentou maiores índices também para as sementes pré-resfriadas armazenadas em temperatura controlada

Com relação às sementes pré-resfriadas e armazenadas em ambiente com temperatura controlada (média: 17°C) apresentaram maior germinação e vigor (envelhecimento acelerado) depois de 180 dias de armazenamento (Tabela 2), menor lixiviação de solutos (condutividade elétrica) (Tabela 5) melhor desempenho nos testes de tetrazólio e análise computadorizada de imagens (SVIS) (Tabela 6) quando comparadas com as sementes pré-resfriadas armazenadas em ambiente natural para as condições de Vianópolis-GO (média: 21°C). A análise computadorizada de imagens de plântulas (SVIS) (Tabela 5) destacou o ambiente controlado como melhor ambiente de armazenamento para as sementes pré-resfriadas, apresentando melhor vigor nos lotes (01, 02, 03, 04, 05 e 06), mas só houve diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$) no lote 1.

Com relação ao teste de tetrazólio só ocorreram diferenças significativas entre os diferentes ambientes nos lotes 01, 02, 05 e 06 (Tabela 6), comprovando que na maioria dos testes realizados o melhor ambiente para conservar sementes pré-resfriada é em ambiente com controle de temperatura.

As sementes ortodoxas, que são armazenadas com baixos teores de água para sua conservação, seguem algumas regras práticas enunciadas por Harrington (1972): para cada 1% de diminuição do grau de umidade da semente, duplica-se o potencial de armazenamento (válida para o intervalo de 5 a 14%); para cada 5,5°C de diminuição na temperatura duplica-se o potencial de armazenamento da semente (válida de 0 a 40°C); o somatório aritmético da temperatura de armazenamento, em graus Fahrenheit, e a UR não deve ser maior do que 100, sendo a contribuição da temperatura não mais do que a metade dessa soma (PESKE, 2012).

As sementes pré-resfriadas de um modo geral iniciaram o processo de armazenamento com germinação e vigor (envelhecimento acelerado), mais elevados do que as sementes não pré-resfriadas (Tabela 2). Exceto para os lotes 01 e 02, onde o vigor foi comprometido pelo aquecimento a 41°C durante 48 horas (envelhecimento acelerado), na semente que apresentava temperatura inicial de 13°C, e umidade inicial de 11% (Tabela 3). Aos 180 dias de armazenamento apresentaram vigor melhores, quando comparados com as sementes não pré-resfriadas independente do local de armazenamento (ambiente controlado ou não controlado) (Tabela 2).

Para manter a viabilidade e o vigor, a semente precisa ser secada a um nível adequado de umidade e armazenadas em condições de temperatura e umidade relativa que evitem a absorção de água (Matthes et al., 1969). Já foi mencionado que as sementes de soja precisam ser armazenadas com umidade abaixo de 13% e quanto mais baixas melhor, e o pré-resfriamento tem a vantagem de resfriar a semente antes do ensaque, também retira mais umidade dessas sementes (tem média 1%) isso pode ter colaborado para o resultado positivo no final do armazenamento. Demito (2006), comparou o peso de mil sementes entre as sementes pré-resfriadas e as não pré-resfriadas, constatando-se que sementes pré-resfriadas têm redução do peso após 140 dias de armazenamento e que esse resultado é consequência do menor teor de água das sementes pré-resfriadas artificialmente. Fato verificado no presente trabalho (Tabela 4), porém os lotes 3 e 4 atingiram as maiores médias devido ao fato da peneira ser maior 6,5mm, sendo nos lotes 1 e 2 a peneira é 5,5mm.

Existe uma relação de absorção e perda de água entre as sementes e o ambiente que as rodeia, há também um ponto de equilíbrio onde se igualam as pressões de vapor e umidade, tanto da semente como do ar. Esse ponto é chamado de ponto de equilíbrio higroscópico (PEH) das sementes e se define como o grau de umidade alcançado pela semente depois de certo período de tempo submetido a condições de UR e temperaturas constantes. Em todas as condições de armazenamento, o grau de umidade da semente aumentará ou diminuirá até alcançar o equilíbrio com a UR, sempre que seja proporcionado um espaço de tempo (Peske, 2012).

Ainda de acordo com Peske (2012) tempo que as sementes levam para alcançar o PEH varia com as espécies. Sementes de linho absorvem umidade mais rapidamente do

que sementes de trigo que por sua vez, absorvem umidade mais rapidamente do que sementes de alfafa. Isso depende principalmente, das características de permeabilidade do tegumento das sementes, que determina o tempo que a umidade leva para penetrá-lo e da transferência de umidade dentro da semente, determinada pela constituição do endosperma e do embrião. A temperatura também afeta o tempo que as sementes levam para atingir o PEH. Em sementes de milho e trigo, o PEH é atingido duas vezes mais rápido a 30°C do que a 10°C. Em condições de UR de 20 a 80%, semente de soja e trigo alcançam o equilíbrio aos 15 dias a 20°C e aos 70 dias a 1°C de temperatura.

Tabela 4. Condutividade elétrica (CE) e Índice de Vigor (IV- SVIS) de sementes de soja pré- resfriadas e não pré-resfriadas armazenadas em diferentes condições e períodos.

	Lotes 01 e 02	AMBNC	AMBC	Lotes 03 e 04	AMBNC	AMBC	Lotes 05 e 06	AMBNC	AMBC	Lotes 07 e 08	AMBNC	AMBC
CE	R - 0	82,71 A	82,71 A	R - 0	84,18	84,18	R - 0	63,66 A	63,66 A	R - 0	63,66 A	63,66 A
	R - 45	83,57 A	75,45 A	R - 45	85,76	76,91	R - 45	78,06 A	73,46 A	R - 45	78,06 A	73,46 A
	R - 90	83,08 A	86,67 A	R - 90	90,63	92,33	R - 90	78,70 A	73,99 A	R - 90	78,70 A	73,99 A
	R - 135	101,12 A	79,11 B	R - 135	107,47	98	R - 135	75,50 A	72,77 A	R - 135	75,50 A	72,77 A
	R - 180	119,01 A	77,65 B	R - 180	124,18	88,43	R - 180	85,85 A	87,53 A	R - 180	85,85 A	87,53 A
	NR - 0	80,79 A	80,79 A	NR - 0	80,69	80,69	NR - 0	79,27 A	79,27 A	NR - 0	79,27 A	79,27 A
	NR - 45	92,87 B	132,41 A	NR - 45	91,64	68,3	NR - 45	133,83 A	90,14 B	NR - 45	133,83 A	90,14 B
	NR - 90	92,43 A	88,2 A	NR - 90	106,58	77,34	NR - 90	135,46 A	100,23 B	NR - 90	135,46 A	100,23 B
	NR - 135	117,74 A	96,13 B	NR - 135	131,31	95,52	NR - 135	130,83 A	82,55 B	NR - 135	130,83 A	82,55 B
NR - 180	120,75 A	96,67 B	NR - 180	148,52	88,01	NR - 180	152,70 A	107,03 B	NR - 180	152,70 A	107,03 B	
	Lotes 01 e 02	AMBNC	AMBC	Lotes 03 e 04	AMBNC	AMBC	Lotes 05 e 06	AMBNC	AMBC	Lotes 07 e 08	AMBNC	AMBC
IV	R - 0	966,00 A	966,00 A	R - 0	853,75	853,75	R - 0	915,25	915,25	R - 0	822,75	822,75
	R - 45	863,75 A	953,50 A	R - 45	726,75	782	R - 45	753,25	751,75	R - 45	509	486,25
	R - 90	841,00 B	946,25 A	R - 90	682,5	854,75	R - 90	774,5	844	R - 90	477	469,5
	R - 135	621,50 B	731,25 A	R - 135	445,25	480,75	R - 135	718,5	717,25	R - 135	426,75	461,5
	R - 180	602,75 B	888,75 A	R - 180	393	516	R - 180	648,75	665	R - 180	344,75	445
	NR - 0	937,50 A	937,50 A	NR - 0	744	744	NR - 0	823	823	NR - 0	955,75	955,75
	NR - 45	752,50 A	835,00 A	NR - 45	915	880	NR - 45	535,75	558,25	NR - 45	696,75	681,5
	NR - 90	707,50 B	914,50 A	NR - 90	869,75	822,5	NR - 90	447	505	NR - 90	718	688,25
	NR - 135	601,00 B	851,50 A	NR - 135	569,75	498,25	NR - 135	403,25	415	NR - 135	745,25	689,25
NR - 180	510,25 A	584,75 A	NR - 180	571	530,5	NR - 180	364	431	NR - 180	653,25	594,75	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para cada lote dentro de cada variável avaliada, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$);

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, para cada lote dentro de cada variável e manejo de pré-resfriamento, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$);

R - Resfriado; NR - Não Resfriado; AMBNC – Ambiente não controlado; AMBC – Ambiente Controlado.

Tabela 5. Desdobramentos dos fatores "pré-resfriamento" e "armazenamento" para as variáveis condutividade elétrica (CE) e peso de mil sementes (PMS).

	Lotes 01 e 02	AMBNC	AMBC	Lotes 03 e 04	AMBNC	AMBC	Lotes 05 e 06	AMBNC	AMBC	Lotes 07 e 08	AMBNC	AMBC
CE	R	93,89 bA	80,32 bB	R	98,44 bA	87,97 aB	R	76,35 bA	74,28 bA	R	100,52	108,01
($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	NR	100,92 aA	98,84 aA	NR	111,75 aA	81,98 aB	NR	126,42 aA	91,84 aB	NR	90,78	89,7
	Lotes 01 e 02	AMBNC	AMBC	Lotes 03 e 04	AMBNC	AMBC	Lotes 05 e 06	AMBNC	AMBC	Lotes 07 e 08	AMBNC	AMBC
PMS	R	137,36 aA	136,78 bA	R	136,46 aA	137,43 aA	R	176,9	177,53	R	179,19 aA	179,44 aA
(g)	NR	136,88 aB	139,51 aA	NR	134,03 bB	136,88 aA	NR	171,21	170,61	NR	178,83 aA	176,10 bB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna, para cada lote dentro de cada variável avaliada, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); R - Resfriado; NR - Não Resfriado; AMBNC – Ambiente Não Controlado; AMBC – Ambiente Controlado

Tabela 6. Efeito dos fatores isolados referentes ao pré-resfriamento e armazenamento no vigor de plântulas de soja.

Lotes 01 e 02	TZ	SVIS	Lotes 03 e 04	TZ	SVIS	Lotes 05 e 06	TZ	SVIS	Lotes 07 e 08	TZ	SVIS
R	84,30 a	838,07 a	R	75,6	658,85 a	R	89,80 a	770,35 a	R	32,20 a	526,52 b
NR	80,30 b	763,17 b	NR	76	714,47 b	NR	83,70 b	530,52 b	NR	25,70 b	737,85 a
AMBNC	77,10 b	740,35 b	AMBNC	76,4	677,07	AMBNC	84,40 b	638,32	AMBNC	30,5	634,92
AMBC	87,50 a	860,9 a	AMBC	75,2	696,25	AMBC	89,10 a	662,55	AMBC	27,4	629,45

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para cada fator, dentro de cada conjunto, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); PR – Pré-Resfriado; NPR – Não Pré-Resfriado; AMBNC – Ambiente Não Controlado; AMBC – Ambiente Controlado

Com relação ao tamanho, há uma tendência de sementes menores perderem viabilidade mais rapidamente durante o armazenamento do que sementes de maior tamanho, fato observado em sementes de trigo de inverno, cevada, amendoim, girassol e em várias leguminosas forrageiras. O efeito inverso tem sido observado em sementes de soja, onde sementes pequenas armazenadas sob condições do trópico úmido armazenaram melhor do que semente de maior tamanho. Fato que observa-se também no presente trabalho. Esse resultado pode estar relacionado à maior suscetibilidade ao dano mecânico em sementes maiores de soja (Peske, 2012).

Porém, sementes de baixo peso específico, consideradas individualmente dentro de um lote de sementes parcialmente deterioradas, perdem a sua viabilidade mais rapidamente durante o armazenamento. Estudos realizados em sementes de ervilha mostraram que as sementes grandes e de maior densidade deterioram-se mais lentamente do que as pequenas e mais leves, sendo essa observação extensiva a sementes de feijão (Peske, 2012).

Ávila et al. (2008) afirmou que na falta de diferença significativa entre as peneiras, melhor escolher a peneira 5,5 mm, pois esta desencadeia uma série de benefícios, tais como menor custo na compra e no transporte de sementes até a propriedade (Lima & Carmona, 1999). Perin et al. (2002), também testaram o efeito do tamanho de sementes em três variedades de feijoeiro e não constataram incremento na produção de grãos para nenhuma das variedades estudadas.

No entanto é importante salientar que algumas cultivares de soja apresentam a característica de dureza no tegumento (sementes duras), que embora seja indesejável para fins de semeadura, é uma característica interessante para o armazenamento. A dureza do tegumento está relacionada com a impermeabilidade do mesmo, podendo a semente permanecer nesse estado durante vários anos (Peske, 2012).

Independentemente dos tratamentos, observou que os lotes 07 e 08, apresentaram resultados inferiores aos demais lotes em relação a qualidade fisiológica das sementes de soja evidenciado pelos testes de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), grau de umidade (U) e análise computadorizada de imagens de plântula (SVIS) (Tabelas 2, 3 e 5). Esta resposta deu-se provavelmente pela qualidade das sementes deste lote já ter sido comprometida, durante o intervalo da colheita e beneficiamento (secagem),

que foi longo, cerca de 2,5 meses, com as sementes sendo mantidas em silos bags, diferente dos demais lotes (01, 02, 03 e 04) que foram beneficiados rapidamente. Segundo Arantes, (1993) o processo de secagem deve ser iniciado imediatamente após a colheita do material úmido. Caso as sementes não sejam prontamente e apropriadamente secadas a 13% de umidade ou menos, a germinação e o vigor ficam seriamente comprometidos.

O manejo competente é, provavelmente, mais importante para a operação de secagem do que para qualquer outra operação envolvida na produção de sementes de soja. Caso a secagem não seja realizada apropriadamente e a tempo, todo o trabalho envolvido na multiplicação das sementes, na produção e na colheita poderá ser desperdiçado (Delouche, 1973). O armazenamento temporário de sementes em bolsões de polipropileno trançado com capacidade de até 1.500 kg pode acarretar problemas de aquecimento, proliferação de fungos (*Aspergillus* spp.), conseqüentemente a redução da qualidade, caso o teor de água das sementes esteja acima de 14% (Arantes, 1993).

Outra hipótese a ser sugerida refere-se ao ambiente de produção de sementes e as condições de pré-colheita e colheita. Arantes (1993) sugere que muitas vezes as sementes de soja são colhidas com elevados teores de água. Isto ocorre em anos chuvosos, ou com a utilização da colheita antecipada (sementes com teores de água entre 15 e 19%), que é uma prática muito comum em regiões tropicais úmidas. Caso as sementes não sejam prontamente e apropriadamente secadas a 13% de umidade ou menos, a germinação e o vigor ficam seriamente comprometidos.

5 CONCLUSÃO

O pré-resfriamento artificial dinâmico antes do ensaque é importante na conservação do potencial fisiológico de sementes de soja. Mas, esse procedimento precisa estar associado ao armazenamento em ambiente com controle de temperatura e umidade relativa do ar.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O alto custo de manutenção do equipamento de pré-resfriamento e a mão de obra demorada e de difícil acesso inviabiliza o uso desta tecnologia em regiões onde se faz necessário o uso.

Estudos mais detalhados sobre o comportamento de sementes pré-refrigerada e não pré-refrigerada com relação ao ambiente de armazenamento devem ser ampliados. Principalmente na utilização de desumidificadores para obtenção de respostas mais específicas sobre a eficiência com relação ao potencial fisiológico final dessas sementes depois de um período de armazenamento.

É preciso uma maior divulgação junto ao produtor de sementes sobre a importância de adquirir um produto com qualidade garantida, visto que o preço final do produto é o mesmo de uma semente que não passou pelo processo adequado de armazenamento.

ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I M de. Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 535p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS **Seed Vigor Testing Handbook**. Zurich: AOSA, 1983. 93p.

ÁVILA, W.; PERIN, A.; GUARESCHI, R.F.; GAZOLLA, P.R. **Influência do tamanho da semente na produtividade de variedades de soja**. Revista Agrarian, Dourados, v.1, n.2, p.83-89, out./dez. 2008.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 2013. 237p.

BARRETO, F.A.; DEMITO, A. **Processo de resfriamento de sementes**. SEED News, Pelotas, n.3, 2009.

BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTAL, M.D.; ROTA, G.R. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. Universitária-UFPel, 2013. p. 370-418.

BORDIGNON, B.C.S. **Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja**. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 187).

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p. <http://www.bs.cca.ufsc.br/publicacoes/regras%20analise%20sementes.pdf>

CANTON, A.R. **Resfriamento dinâmico e qualidade de sementes de soja**. 2010. 34 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CARDOSO, P.C.; BAUDET, L.; PESKE, S.T.; LUCCA-FILHO, O.A. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. Revista Brasileira de Sementes, v. 26, n.1, p. 15-23, 2004. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v26n1/a03v26n1.pdf>

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CONAB. Acompanhamento da safra 2013/2014 brasileira. 2015 [on line] Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arg.editor/file/camaras_setoriais/soja/20RO/Apresentação_conjuntura_soja.pdf> Acessado em: 12/08/2015.

CUNHA, J.P.A.R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C.M.; MION, R.L. Qualidade das sementes de soja após colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. *Ciência Rural*, v. 39, n.5, p. 1420-1425, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n5/a169cr286.pdf>

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor de sementes. In: **SEED NEWS**. Pelotas: Editora Becker e Peske Ltda, v.6, n.6, p. 24-31. 2002.

DELOUCHE, J.C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J.B.; JACKOBS, J.A. (Ed.). **Soybean seed quality and stand establishment**. (Intsoy, 22). s.l.: Intsoy, 1982. p.57-66.

DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERTY, G.M.; BOYD, A.H. **Storage of seed in sub-tropical and tropical regions**. Reprinted from Seed Science and Tecnology, Mississippi, v.1, p. 663-692, 1973.

DEMITO, A. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente**. Cascavel, 2006. 85f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

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

EMBRAPA. Soja em números (Safra 2013/2014).[on line] Disponível em: <<http://www.embrapa.br/soja>> Acessado em: 12/08/2015. Embrapa Soja, 2015.

ESTEVIÃO, C.P. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes ambientes. *Scientia Agraria*, v.3, p.113-113, 2002. <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/agraria/article/view/1040>

FAEP – Federação da Agricultura do Estado do Paraná. <<http://www.sistemafaep.org.br/usda-traz-oferta-e-demanda-de-201516.html>> Acessado em: 29/09/2015.

FILHO, J.M.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. de. **Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens**. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n.1, p. 102-112, 2009.

FRANÇA NETO, J.B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F.CL.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.8, p. 1-7.

HOFFMASTER, A.F.; XU, L.; FUJIMURA, K.; MACDONALD, M.B.; BENNETT, M.A.; EVANS, A.F. The Ohio State University seed vigor imaging system (SVIS) for soybean and corn seedlings. **Seed Technology**, v. 27, n.1, p. 7-24, 2005.

HOFFMASTER, A.L.; FUJIMURA, K.; MCDONALD, M.B.; BENNETT, M.A. Na automated system for vigor testing three-day old soybean seedlings. **Seed Science and Tecnology**, v. 31, n.3, p. 701-713, 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P. **Tecnologias que valorizam a semente de soja**. Seed News, Pelotas, n.6, set./out. 2006.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

LIMA, A.M.M.P de; CARMONA, R. **Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja**. Revista Brasileira de Sementes, v.21, n.1, p. 157-163, 1999.

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

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, v.2, p. 176-177, 1962. <http://scholar.google.com.br/scholar?q=Speed%20for%20of%20germination-aid%20in%20seletion%20and%20evaluation%20for%20seedling%20emergence%20and%20vigor>

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <<http://agricultura.gov.br>> Acessado em: 29/09/2015.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p.1.1-1.24.

MARCOS FILHO, J.; BENNETT, M.A.; MCDONALD, M.B.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E.M. Assessment of melon seed vigour by na automated computer imaging system compared to tradicional procedures. **Seed Science and Technology**, v.34, n.2, p.485-497, 2006.

MARCOS-FILHO, JÚLIO. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2.ed. – Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660p.: il.

PERIN, A.; ARAUJO, A.P.; TEIXEIRA, M.G. **Efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa e nutrientes e na produtividade do feijoeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 12, p. 1711-1718, dez. 2002.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Produção de Sementes. Curso de Ciência e Tecnologia de Sementes. Módulo 1. ABEAS e UFPel. Pelotas, 2007.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, 2012. 573 p.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. 2 ed., Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

QUIRINO, J.R.; MELO, A.P.C de.; VELOSO, V.R.S.; ALBERNAZ, K.C.; PEREIRA, J.M. **Resfriamento artificial na conservação da qualidade comercial de grãos de milho armazenados**. Bragantia. Campinas, v. 72, n.4, p. 378-386, 2013.

SANTOS, P.E.C.; SOUZA, P.I.M.; CARMONA, R.; FAGIOLI, M.; SPEHAR, C.R.; VILAS BOAS, H.D.C. **Semente é tecnologia**. Revista Agroanalysis, São Paulo, v.34, n.03, p.31-37, mar. 2014.

VIEIRA, R.D.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BRUENNING, W.P.; PANOBIANCO, M. Temperatura de armazenamento e quantidade de lixiviados na solução de embebição de sementes de soja. Scientia Agricola, v. 65, p. 496-501, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/sa/v65n5/a08v65n5.pdf>

VIRGOLINO, Z.Z.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D.N.; MARÇAL, K.A.F.; LIMA, R.R. **Efeitos da Aeração Resfriada na Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill**. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 6, 2014, Maringá, Anais. Londrina: ABRAPÓS, 2014, p. 760-767.

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