

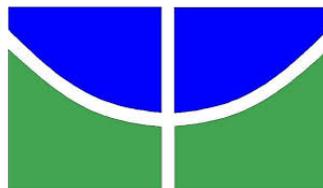
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E FÍSICA DE SEMENTES DE
SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES
DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO**

BÁRBARA EMANOELE DIAS DA SILVA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**BRASÍLIA-DF
AGOSTO/2020**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E FÍSICA DE SEMENTES DE
SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES
DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO**

BÁRBARA EMANOELE DIAS DA SILVA DE SOUZA

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**BRASÍLIA-DF
AGOSTO /2020**

BÁRBARA EMANOELE DIAS DA SILVA DE SOUZA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E FÍSICA DE SEMENTES DE
SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES
DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

Aprovado por:

Prof. Dr. Marcelo Fagioli - Universidade de Brasília-UnB
Orientador - mfaoli@unb.br

Profa. Dra. Nara Oliveira Silva Souza – Universidade de Brasília-UnB
Examinadora Interna - narasouza@unb.br

Pesquisador Doutor. Adriano Delly Veiga – Embrapa Cerrados
Examinador Externo – adriano.veiga@embrapa.br

Brasília-DF, 5 de agosto de 2020.

FICHA CATALOGRÁFICA

Dias da Silva de Souza, Bárbara Emanoele
Qualidade fisiológica e física de sementes de soja submetidas a diferentes condições de secagem e armazenamento / Bárbara Emanoele Dias da Silva de Souza. – Brasília, 2020.
66 f. :il.
Orientador: Marcelo Fagioli
Dissertação (Mestrado - Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Programa de Pós Graduação em Agronomia.
1. *Glycine max* L.. 2. Vigor. 3. Qualidade Fisiológica. 4. Secagem. 5. Armazenamento. Universidade Brasília, Programa de Pós Graduação em Agronomia. II. Título.

CDD ou CDU
Agris / FAO

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, B.E.D.S. **Qualidade fisiológica e física de sementes de soja submetidas a diferentes condições de secagem e armazenamento.** 2020. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UnB, Brasília, 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Bárbara Emanoele Dias da Silva de Souza

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Qualidade fisiológica e física de sementes de soja submetidas a diferentes condições de secagem e armazenamento

GRAU: Mestre

ANO: 2020

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Bárbara Emanoele Dias da Silva de Souza
Endereço: Colina Bloco K – Universidade de Brasília
Telefone: 61 996443764
E-mail: barbara.souza456@gmail.com

DEDICATÓRIA

À minha avó Isaura, minha Mãe Renilda e minha Tia Ivanilda.

AGRADECIMENTOS

À minha Mãe Renilda, minha Tia Ivanilda e meu Pai José por todo amor, carinho e dedicação.

Aos meu irmãos pelo ombro amigo, companheirismo e apoio.

À Universidade de Brasília pela oportunidade do acesso ao conhecimento acadêmico.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Fagioli por toda paciência, compreensão e conselhos amigos.

Aos professores e funcionários do PPG-Agro UnB.

À equipe do Laboratório de Análise de Sementes – UnB pela oportunidade do desenvolvimento da pesquisa.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa – UnB por toda a ajuda no desenvolvimento dos experimentos a campo.

À empresa Tec-Agro Formosa pela disponibilidade de material para a pesquisa e todo o suporte ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amigos pelos incríveis momentos que passamos juntos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Geral.....	2
2.2 Específicos.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Importância da soja no Brasil e no mundo.....	3
3.2 Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja.....	4
3.3 Testes e fatores que afetam a qualidade de sementes.....	5
3.4 Secagem de sementes de soja.....	6
3.5 Armazenamento de sementes de soja.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Locais de realização do experimento.....	11
4.2 Cultivar de soja utilizada no experimento.....	11
4.3 Sistemas de secagem.....	11
4.4 Obtenção das amostras experimentais.....	12
4.5 Experimento 1: sementes coletadas dentro do silo estacionário secadas em baixa temperatura.....	12
4.6 Experimento 2: sementes coletadas ao longo da linha de beneficiamento.....	14
4.7 Experimento 3: sementes armazenadas por 240 dias.....	15
4.8 Testes físicos.....	16
4.9 Testes de qualidade fisiológica de sementes.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1 Experimento 1: qualidade física e fisiológica de sementes coletadas dentro do silo estacionário.....	19
5.2 Experimento 2: qualidade física e fisiológica de sementes de soja ao longo do processo de beneficiamento.....	21
5.3 Experimento 3: qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento.....	31
6. CONCLUSÕES.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
8. ANEXOS.....	56

RESUMO

O uso de sementes com alta qualidade é fundamental para o estabelecimento da cultura no campo e a conquista de alta produtividade. A secagem, beneficiamento e o armazenamento são etapas importantes na tecnologia de produção de sementes de soja com alta qualidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica (germinação e vigor) de sementes de soja secadas em sistema utilizando baixa e alta temperatura. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes-UnB foi utilizado sementes de soja da cultivar Desafio oriundas da empresa Triunfo Sementes, colhidas nas safras 2017/2018 e 2018/2019. O Experimento 1 avaliou em 7 Pontos dentro do silo secador estacionário a qualidade fisiológica das sementes de soja secadas em baixa temperatura, o Experimento 2 comparou a qualidade fisiológica das sementes de soja secadas em baixa e alta temperatura ao longo de 3 Pontos na linha de beneficiamento (após saída do espiral, após saída da mesa classificadora e após saída da mesa densimétrica) e o Experimento 3 avaliou o comportamento da qualidade fisiológica das sementes de soja secadas em baixa e em alta temperatura nos ambientes de armazenamento convencional e câmara fria em 5 épocas (0, 60, 120, 180 e 240 dias após o armazenamento). Para as avaliações de qualidade física de sementes foram realizados a determinação do teor de água e o peso de mil sementes e para a avaliação da qualidade fisiológica foi realizado o teste padrão de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, teste de tetrazólio, hipoclorito de sódio para dano mecânico e emergência de plântulas em campo. Na análise estatística foi utilizado para o Experimento 1 o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, no Experimento 2 foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial de 3 fatores envolvendo: 2 temperaturas de secagem, 2 peneiras e 3 pontos no beneficiamento e no Experimento 3 foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial de 3 fatores envolvendo: 2 temperaturas de secagem, 2 locais de armazenamento e 5 tempos de armazenamento. Por meio da interpretação dos resultados pode-se concluir que as sementes de soja secadas usando o sistema em baixa temperatura dentro do silo estacionário apresentaram alta qualidade fisiológica no final do processo. Sementes de soja secadas em alta temperatura apresentaram melhor qualidade fisiológica ao final da passagem pela linha de beneficiamento de sementes quando comparado à sementes de soja secadas em baixa temperatura. Sementes de soja secadas em alta temperatura, quando armazenadas em câmara fria apresentam maior qualidade fisiológica ao longo dos 240 dias de armazenamento, quando comparado à sementes de soja secadas em baixa temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill, qualidade fisiológica, secagem com ar frio , beneficiamento de sementes, armazenamento.

ABSTRACT

The use of high-quality seeds is fundamental for the crop establishment in the field and the achievement of high productivity. Seed drying, processing and storage are important factors in the high-quality soybean production technology. This project aimed to evaluate the physiological quality (germination and vigor) of soybean seeds dried in low and high temperature system. The experiment was conducted at the Universidade de Brasília Seed Laboratory. The cultivar used was Desafio from the company Triunfo-Sementes, harvested in the 2017/2018 and 2018/2019 crops. The Experiment 1 evaluated the physiological quality of dried soybean seeds collected from 7 points within the stationary seed dryer at low temperature. The Experiment 2 compared the physiological quality of soybean seeds dried at low and high temperature along 3 points in the processing line (after spiral separator exit, after leaving the seed size grader and after leaving the gravity table). The Experiment 3 evaluated the physiological quality behavior of soybean seeds dried at low and high temperature, stored at conventional and cold storage environments, in 5 different seasons (0, 60, 120, 180 and 240 days after storage). In order to evaluate the seed physical quality, it was determined the seed moisture content and the thousand seeds weight. The following tests were conducted to determine the physiological quality of seeds: standard germination, accelerated aging, electrical conductivity, tetrazolium, mechanical damage determined by sodium hypochlorite and seedling emergence in the field. The statistical methods used to analyze the experiments were: completely randomized design with four replications in the Experiment 1; completely randomized design with four replications in factorial scheme of 3 factor involving: 2 drying temperatures, 2 sieves and 3 points in the beneficiation in the Experiment 2; completely randomized design with four repetitions in factorial scheme of 3 factor involving: 2 drying temperatures, 2 storage locations and 5 storage times) in the Experiment 3. Through the results interpretation it can be concluded that the soybean seeds dried in a low temperature system inside the stationary silo showed high physiological quality at the end of the process. Soybean seeds dried at high temperature showed better physiological quality at the end of the processing line when compared to soybean seeds dried in low temperature. Soybean seeds dried at high temperature, when stored in a cold room, present greater physiological quality during the 240 storage days when compared to soybean seeds dried in low temperature.

KEY-WORDS: *Glycine max* (L.) Merrill, seed quality, cold drying, seed processing, seed storage.

1. INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura do Agronegócio brasileiro, esta safra 2019/2020 conferiu ao país como o maior produtor e exportador global desta *commodity*, se consolidando como um dos mais importantes *players* do comércio agrícola mundial.

O aumento da produção dessa leguminosa foi estimulado pela crescente demanda de proteína para a alimentação humana em diversos países. Para atender a esse mercado a sojicultora brasileira foi se aprimorando e incorporando novas tecnologias, como por exemplo cultivares com eventos transgênicos e alto teto produtivo, uso de agricultura de precisão, adubação foliar, uso de bioestimulantes, maquinário de ponta e entre essas tecnologias o uso de sementes com alta qualidade fisiológica.

Um dos fatores decisivos na implantação de uma lavoura é a qualidade fisiológica das sementes, ao escolher uma semente com alta germinação e vigor o produtor garante que a emergência da sua lavoura será rápida e uniforme, suportando melhor as adversidades ambientais com melhor desempenho em campo quando comparado com as sementes de médio ou baixo vigor. Atualmente existe uma grande variedade de testes para aferir e classificar as sementes quanto ao seu nível de vigor, pois não é necessário somente que a semente germine, é necessário que ela germine no menor tempo possível e suporte com robustez as adversidades encontradas no campo, garantindo a eficiência da implantação da lavoura, e com isso expressando seu vigor fisiológico.

Uma etapa importante no processo para a obtenção de sementes com alta qualidade é a secagem, fator decisivo na produção de sementes de alta qualidade. Deve-se evitar que a semente seque naturalmente no campo, pois fatores como oscilação de temperatura e umidade e pragas podem ocasionar a deterioração da semente dentro da vagem. Com isso a semente deve ser colhida com alto teor de água e ao chegar na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) é necessário que ela passe pelo processo de secagem, com a finalidade de reduzir o teor de água a níveis aceitáveis para o armazenamento a longo prazo. Normalmente a secagem é feita em secadores que utilizam altas temperaturas, porém, o mau manejo desse secador pode acarretar dano ao embrião da semente. Hoje o mercado tem disponibilizado novas tecnologias de secagem e uma delas é a possibilidade de fazer a secagem em baixa temperatura e ar desumidificado, essa nova tecnologia permite que a umidade excessiva seja retirada da semente sem que ocorra danos ao embrião, além do próprio sistema, por utilizar ar frio ele contribui com a conservação das sementes desde o início do processo de manuseio das sementes.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a qualidade fisiológica e física de sementes de soja secadas em sistema utilizando baixa e alta temperatura.

2.2 Específicos

Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de soja secadas em baixa temperatura dentro do silo estacionário.

Comparar a qualidade fisiológica das sementes de soja secadas em baixa e alta temperatura ao longo da linha de beneficiamento classificadas em diferentes peneiras.

Avaliar o comportamento da qualidade fisiológica das sementes de soja secadas em baixa e em alta temperatura nos ambientes de armazenamento convencional e câmara fria, durante o período de 240 dias.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importância da soja no Brasil e no mundo

Durante os últimos anos, de acordo com o panorama geral do crescimento das grandes culturas e produção de grãos, a cultura da soja obteve papel de destaque, apresentando o maior percentual de crescimento desde os anos 70, a produção global do grão cresceu 7,73 vezes, foi de 44 milhões de toneladas para 340 milhões de toneladas. No Brasil houve aumento de 76 vezes da produção, foi de 1,5 milhão/t em 1970 para 114 milhões/t em 2017, esse ganho foi devido as pesquisas de melhoramento genético, aumento de área plantada e produtividade. A área plantada de soja cresceu 33,5% em relação a última década, 2006/06 a 2016/17 (CONAB, 2018).

O consumo mundial de oleaginosas, cerca de 6,3 milhões/t anuais nos últimos 47 anos, deve continuar em avançando devido ao crescimento da população mundial e principalmente ao aumento do consumo de proteína animal, há também crescente demanda para a fabricação de óleo vegetal para uso doméstico ou industrial e biocombustíveis, como o biodiesel (BRASIL, 2019).

Segundo o último boletim de acompanhamento da safra 2019/2020 divulgado pela CONAB, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de soja, seguindo pelos Estados Unidos e Argentina, entretanto dentre os países citados o Brasil é o que apresenta maior potencial para aumento de área cultivada, podendo aumentar sua produção atual e suprir parte da demanda mundial da oleaginosa (CONAB, 2020).

Segundo os dados disponibilizados pela CONAB referente as estimativas para a safra 2019/2020 a produção mundial de soja será de 337,7 milhões de toneladas, cultivadas em 125 milhões de hectares. O Brasil se tornou o maior produtor mundial, safra 2019/2020, obtendo produção de 120,9 milhões de toneladas em 35,843 milhões de hectares, com produtividade média de 3.272 kg/ha, em comparação os Estado Unidos produziram 112,26 milhões de toneladas do grão, cultivadas em 33,8 milhões de hectares com produtividade média de 3.180 kg/ha (USDA 2019; CONAB, 2020).

De acordo com os dados da Embrapa para a safra de 2018/2019 a produção interna foi de 114,84 milhões de toneladas, sendo 44 milhões de toneladas dirigidas ao consumo interno e 83,6 milhões de toneladas foram exportadas colocando o Brasil como maior exportador, com participação de 56% nas exportações globais do grão (BRASIL, 2019; OECD, 2018).

3.2 Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja

O termo qualidade de sementes é definido pelos atributos de qualidade fisiológica, genética, física e sanitária, o que garante características que elevam seu potencial agrônomo. A semente é feita no campo e o que lhe confere alta qualidade são os processos de produção, como o manejo em campo, secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte. O controle da qualidade através da análise e certificação garante sementes certificadas, com pureza genética, livres de patologias e patógenos, garantindo que o produtor está adquirindo um lote puro e de alto vigor, buscando sempre a uniformidade e robustez do estande (CARVALHO; SILVA, 1994; FREITAS et al., 2000).

O potencial fisiológico das sementes está diretamente ligado ao desenvolvimento das sementes, a germinação e o vigor são os principais parâmetros que caracterizam o potencial de desempenho da semente após a semeadura em campo ou armazenamento (HAMPTON, 2002; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Segundo Popinigis (1985) a semente é o insumo agrícola mais importante, e a sua qualidade influencia diretamente no estabelecimento de qualquer cultura. Os fatores ambientais interferem diretamente na qualidade da semente, podendo causar deterioração em diversas fases do processo, no campo, colheita e pós-colheita, determinando assim a qualidade final do lote de sementes (TRZECIAK, 2012).

A manutenção da qualidade das sementes deve ocorrer em todas as etapas do sistema de produção e a sua preservação deve ser garantida até o momento de semeadura (CARVALHO; SILVA, 1994).

Segundo Marcos-Filho (1999; 2015) e Carvalho e Nakagawa (2012) os testes de vigor tem como objetivo maior detectar as alterações na qualidade fisiológica de sementes, apontar lotes com alto e baixo vigor, distinguindo o potencial genético das sementes e classificando-os em lotes com diferentes níveis de vigor, de modo proporcional ao desempenho da semente quanto ao seu potencial de armazenamento, resistência ao transporte e emergência em campo.

De acordo com Carvalho (1994) os testes de vigor podem ser classificados como diretos e indiretos, fisiológicos e bioquímicos ou testes de resistência, de estresse ou rápidos, contanto que sejam simples, rápidos, objetivos e de fácil repetibilidade (MARCOS-FILHO, 1999). Os testes de vigor têm como objetivo principal avaliar e distinguir diferenças significativas da qualidade fisiológica dos lotes que apresentam porcentagens de germinação similares (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Estes poderão ser distinguidos em alto, médio e baixo

vigor, a partir da maneira com que reagem a capacidade de germinar, emergir plântulas, potencial produtivo e armazenamento (HAMPTON; TEKRONY, 1995; MARCOS-FILHO, 1999; 2015; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

3.3 Testes de qualidade de sementes

Para Marcos-Filho (2015) os resultados encontrados nos testes de laboratório serão compatíveis com os obtidos em campo quando o ambiente de pré e pós plantio forem adequados a emergência e desenvolvimento das plântulas, com isso o resultado apresentado pelo teste padrão de germinação (TPG) seria aceitável, entretanto devido as adversidades edafoclimáticas encontradas em campo é necessário a aplicação de diferentes testes para inferir sobre o nível de vigor do lote de sementes analisado.

Na definição de métodos eficientes para determinar o vigor do lote de sementes é necessário que estes métodos apresentem características como montagem, condução e avaliação simples, sejam de baixo custo, sensíveis, rápidos, replicáveis e que os resultados devem estar conectados o teste de emergência das plântulas em campo (EC), para a cultura da soja os testes que mais se enquadram nesses parâmetros são o teste de envelhecimento acelerado (EA) e o teste de tetrazólio (TZ) (MARCOS-FILHO, 2006).

O teste de envelhecimento acelerado (EA) é altamente sensível e eficiente na avaliação de vigor de sementes de soja (AOSA, 2002), pois utiliza fatores ambientais combinados com as deteriorações causadas por variação de umidade relativa do ar (URar) e altas temperaturas (TEKRONY, 1995). O teste de EA é fundamentado na hipótese de que sementes com alto vigor tendem a suportar melhor condições adversas de alta temperatura e URar, apresentando porcentagens superiores de germinação quando comparado à lotes de baixo vigor submetidos aos mesmos fatores ambientais (DELOUCHE; BASKIN, 1973; MARCOS-FILHO, 2015).

O teste de tetrazólio (TZ) se destaca pela sua eficiência, precisão, rapidez e quantidade de informações coletadas, além de avaliar a viabilidade e vigor é capaz de identificar a origem da deterioração da qualidade, bem como distinguir se o dano tem como origem a umidade, o percevejo ou o dano mecânico. A partir do diagnóstico promovido pelo teste é possível identificar o ponto no sistema onde a qualidade está decaindo e assim poderão ser tomadas medidas preventivas pontuais com a finalidade da manutenção da qualidade fisiológica das sementes (FRANÇA-NETO et al., 1998).

Segundo Bewley et al. (2013) o teste de condutividade elétrica (CE) baseia-se no fato de que as sementes, quando embebidas em água, na fase inicial exsudam íons, açúcares e metabólitos, em função da desorganização das membranas celulares, com o passar do tempo de embebição, as estruturas tendem a se organizar retornando a configuração estável inicial, no entanto em sementes deterioradas a velocidade da reorganização é menor ou inexistente, causando a lixiviação de maior quantidade de eletrólitos, indicando o baixo vigor.

A colheita e o beneficiamento são as etapas mais críticas dentro do processo de produção de sementes de soja para a ocorrência de danos mecânicos nas sementes, pois nessas fases as sementes sofrem atritos a partir do contato com superfícies rígidas, causando danos ao seu tegumento, o teste de Hipoclorito de Sódio (HC-DM) tem como objetivo determinar de forma rápida o percentual de dano mecânico causado na semente e através dos seus resultados determinar se o maquinário deve ou não ser ajustado (KRYZANOWSKI et al., 2004).

3.4 Secagem de sementes de soja

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) o processo de secagem ocorre em duas fases, na primeira fase a água é transferida da superfície da semente para o ar que a envolve, é o chamado processo de evaporação, a segunda fase ocorre quando a água transloca do interior da semente para a superfície. Conforme o ar vai ficando saturado a taxa de secagem tende a diminuir até atingir um nível que não existe mais transferência de vapor, a partir desse momento é atingido o ponto de equilíbrio entre a umidade relativa (UR) do ar e o teor de água da semente. A secagem somente será reiniciada quando a UR diminuir, essa diminuição pode ser feita de duas formas, renovando o ar ambiente com ar desumidificado ou aumentando a temperatura do ar.

O processo de secagem tem como objetivo a redução do teor de água da semente para o beneficiamento e a armazenagem, envolve fenômenos de transferência de calor entre as sementes e o ar de secagem, esse processo é caracterizado pela remoção da água presente no interior da semente, deixando-a em equilíbrio térmico com o ar do ambiente da secagem, contudo, a diminuição do teor de água deve ser feita de maneira cuidadosa, devendo manter a qualidade, aparência e viabilidade das sementes (SILVA et al., 2000).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) sementes que possuem teores de água entre 12-20% possuem respiração metabólica ativa, o que pode causar queda na germinação e perda de vigor, nessas condições também pode ocorrer desenvolvimento de fungos e microrganismos no

interior ou no tegumento da semente, o índice de infestação aumenta em sementes que possuem danos mecânicos ou injúrias causadas por insetos. A redução do teor de água das sementes a partir do processo de secagem atua diretamente na redução das atividades metabólicas, o que contribui para diminuir a taxa de deterioração e conseqüentemente o contribui na manutenção da qualidade das sementes, aumentando a longevidade de armazenamento sem que ocorra perda de qualidade fisiológica (MARCOS-FILHO, 2015).

No processo de secagem artificial a fonte de calor pode ser variável, o que diferencia esse método ao de secagem natural é a necessidade de auxílio de tecnologias mecânicas, elétricas ou eletrônicas para que o ar forçado atravesse a massa de sementes (CAVARIANI, 1996). O método de secagem artificial tem se tornado cada vez mais frequente para o processo de produção de sementes, pois remove com maior rapidez quantidades elevadas de água, permite o controle de temperatura e umidade do fluxo de ar de secagem e o tempo de exposição das sementes ao ar tratado, esses fatores são fundamentais para a eficiência do processo (GARCIA, et al., 2004; MIRANDA, et al., 1999).

A secagem proporciona que a semente seja armazenada por maior quantidade de tempo, pois através dela o teor de água presente na semente é diminuído há um nível que permite a sua conservação por longos períodos de tempo sem que a qualidade e o valor nutritivo sejam afetados. Caso a semente seja armazenada com teor de água muito elevado, poderão ocorrer deteriorações causados pelo próprio metabolismo do grão, pelo desenvolvimento de patógenos, fermentações e doenças causadas por microrganismos. Com o aumento da temperatura, e com a umidade, os processos respiratórios irão se elevar, tendo como conseqüência o consumo das reservas nutritivas presentes na semente, além de mudanças metabólicas durante o armazenamento (HELLEVANG, 1994; ELIAS, 2002).

Garcia et al. (2004) afirmaram que a qualidade das sementes tende a diminuir a partir do momento em que ela atinge a maturidade fisiológica, dependendo das condições ambientais e climáticas impostas no campo até atingir o ponto de colheita. Baudet et al. (1999) apontaram a secagem como uma tecnologia de fundamental importância para o processo de produção de sementes de alta qualidade, pois ao reduzir o teor de água presente na semente a níveis adequados para o armazenamento, mantem-se as características físicas e químicas conservando a qualidade fisiológica durante o armazenamento.

A secagem apresenta vantagens mas também pode afetar a qualidade das sementes, o tipo do dano depende dos teores de água adotados na fase inicial e final das sementes dentro do silo secador, a temperatura do ar de secagem, a umidade, fluxo de ar, período de exposição ao

ar aquecido e taxa de secagem também são fatores decisivos no sucesso da operação de secagem (MIRANDA et al., 1999; BIAGI et al., 2002).

Segundo Teixeira (2001) temperaturas elevadas provocam alterações bioquímicas nos grãos e sementes, o processo de secagem pode interferir na qualidade do produto final. Altas temperaturas afetam também a qualidade biológica das sementes, pois quando em alta umidade sementes mortas tendem a ser mais vulneráveis a invasão por fungos (CERQUEIRA; COSTA, 1981; BROOKER, et al., 1992; ACASIO, 1997; ATHIÉ et al., 1998).

O dano fisiológico primário causado por altas temperaturas em tecidos vegetais é a desestruturação das membranas celulares, provavelmente causado devido a alteração dos lipídios que compõem a membrana (DANIELL et al., 1969; MIRANDA et al., 1999).

Segundo Silva et al. (2000) dentro do sistema de secagem artificial por ventilação forçada a semente pode ser secada sob 5 diferentes condições, sendo elas: ar natural, altas temperaturas, baixas temperaturas, sistemas combinados e seca-aeração. A secagem de sementes utilizando o sistema de baixas temperaturas é caracterizado pela utilização de ar natural ou ar tratado com temperatura de até 10 °C acima da temperatura ambiente, para o sistema de secagem em alta temperatura utiliza ar aquecido a uma temperatura superior a 10 °C acima da temperatura ambiente (SILVA et al., 2000).

O sistema de secagem em baixa temperatura e ar desumidificado apresenta algumas vantagens em relação ao sistema de secagem em alta temperatura, pois mantém altos índices de germinação e vigor da semente utilizando temperaturas baixas que não causam dano ao embrião, apresentando uniformidade no processo de secagem, evitando dano latente na semente e possuindo controle pontual de umidade e temperatura (MARCOLD, 2019a).

Segundo Yanucci (2007) um dos princípios da secagem a temperatura baixa é a preservação da qualidade das sementes a partir da diminuição das taxas respiratória das mesmas, a presença de altas temperaturas aumentam a respiração dos organismos biológicos presentes no ecossistema pós-colheita e produzem meio adequado para a proliferação de microrganismos e insetos, por esses motivos quando se pretende conservar grãos e sementes é necessário que reduza a temperatura com sistemas de refrigeração, quanto menor a temperatura menor é o ritmo de respiração das sementes e dos fungos, com isso ocorre diminuição da produção de calor e cessa as atividades metabólicas do agentes biótipos. Há algumas décadas é utilizado a prática de refrigeração artificial, introduzindo ar frio e desumidificado ao sistema de secagem, a partir desta prática a temperatura e umidade podem ser controladas de acordo com o funcionamento do sistema, independente das condições ambientais externas.

3.5 Armazenamento de sementes de soja

Segundo Silva et al. (2011) o objetivo principal do armazenamento, como última etapa do processo de produção de sementes é a preservação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes, sementes armazenadas em ambientes controlados apresentam menor incidência de microrganismos, baixos índices de contaminação por pragas e redução da taxa de respiração.

O armazenamento correto é uma prática fundamental para a manutenção da qualidade das sementes, preservando a viabilidade, mantendo o alto vigor, retardando o processo de deterioração e mantendo as características físicas da semente até a semeadura (AZEVEDO et al., 2003; CARDOSO et al., 2012)

Para que as mudanças fisiológicas e bioquímicas sejam mantidas em níveis aceitáveis durante a armazenagem, é necessário uma série de medidas preventivas direcionadas ao ambiente de armazenagem, como controle de temperatura e umidade, com o propósito de manter o alto padrão de qualidade das sementes (FERREIRA, 2012). As condições ambientais encontradas no armazenamento influenciam diretamente na manutenção da qualidade do lote, as sementes devem ser mantidas em temperatura e umidade controladas específicas para cada cultura, mantendo a sua viabilidade alta sem apresentar deteriorações, perda de vigor ou baixa germinação (HARRINGTON, 1973; ROBERTS, 1986).

O teor de água presente na semente afeta diretamente sua viabilidade durante o processo de armazenamento, de acordo com Almeida et al. (1997) sementes com alto teor de água associadas a alta temperatura no ambiente de armazenagem apresentam aumento na velocidade de degradação natural dos sistemas biológicos, ocasionando perda de germinação e vigor, consequentemente afetando a qualidade final do lote de sementes. Altas temperaturas em ambientes de armazenagem colaboram para o aumento dos processos respiratórios das sementes, proliferação de insetos e microrganismos (SALINAS et al., 1998).

França-Neto et al. (2010) concluíram que o armazenamento das sementes envolve diferentes etapas, que vai desde a maturidade fisiológica da semente em campo, até o momento da semeadura, onde a semente expressa seu vigor máximo na fase de emergência de plântula. Para manter a alta viabilidade e vigor, o armazém precisa manter as condições de temperatura e umidade controlada, ambientes de armazenagem que não possuem controle de temperatura e umidade tendem a interferir negativamente na qualidade final do lote de sementes (FRANÇA-NETO et al., 2010).

Para as condições de armazenamento no Brasil, é sugerido que o teor de água das sementes de soja armazenadas seja mantido entre 11,0% a 11,5% para região do Cerrado, incluindo Goiás e Distrito Federal (FRANÇA-NETO et al., 2010). Complementando as informações segundo Henning (2005) o fungo *Aspergillus flavus* é o microrganismo mais comum encontrado em armazéns de sementes de soja com teores de água acima de 14,0% (b.u.).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Locais de realização do experimento

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) localizado na Universidade de Brasília-UnB e na Fazenda Água Limpa-UnB, no núcleo rural Vargem Bonita-DF.

4.2 Cultivar de soja utilizada no experimento

Foi utilizada a cultivar Desafio, desenvolvida pela empresa Brasmax[®], possui a tecnologia RR, possui grupo de maturação 7.4 e requer alta exigência de fertilidade. Consiste numa cultivar com alto potencial produtivo, ideal para ambientes de alta tecnologia e boa sanidade foliar para Mancha-Alvo. Apresenta as características agronômicas como o hábito de crescimento indeterminado, 170 g de peso de mil sementes e baixo índice de ramificação. Em relação às doenças possui resistência ao Cancro do Haste, moderada resistência a Mancha Olho de Rã e a Pústula Bacteriana (BRASMAX, 2019).

4.3 Sistemas de secagem

4.3.1 Especificações técnicas e características do sistema de secagem em alta temperatura

O sistema de secagem em alta temperatura utilizado para a secagem de sementes analisadas neste trabalho é formado por um secador intermitente modelo BKIA-Carlos Backer, composto por duas câmaras, uma de secagem e outra de resfriamento, opera em fluxo contínuo a 40 °C de temperatura, possui capacidade de secagem de 34 toneladas/hora, a duração do processo de secagem varia em média 4 a 5 horas e ao final do processo a massa de sementes apresenta TA médio variando entre 10 a 12%. A secagem foi realizada no site da sede da empresa, localizado na cidade de Formosa-GO.

4.3.2 Especificações técnicas e características do sistema de secagem em baixa temperatura

O sistema de secagem é fabricado pela Marcold Group[®], empresa italiana, modelo Dry Cooler Seeds 45/110, possui vazão de 22.000 m³/h a 62.000 m³/h e potência de refrigeração de

60 kW a 125 kW. Trabalha com umidade e temperatura controladas de acordo com a curva de equilíbrio higroscópico, atuando com controle de umidade relativa entre 25% e 90%. Apresenta capacidade de secagem para se conseguir ao final do processo sementes com valores entre 10-12% de TA em ambiente a 25 °C, de 2 t/h a 8 t/h variando conforme a estrutura do silo estacionário e a pressão estática no sistema de ventilação. O processo de secagem foi verificado por sensores distribuídos dentro do silo e monitorado constantemente em um painel geral de informações.

O modelo Dry Cooler Seeds 45/110 possui controle preciso de temperatura e umidade do ar tratado. Na primeira fase da secagem o equipamento produz o ar desumidificado de acordo com o balanço higroscópico da semente, garantindo a secagem uniforme, independente das variações de condições climáticas externas ao silo; na fase subsequente, de refrigeração, a temperatura da secagem da semente é gradualmente reduzida (MARCOLD, 2019b).

O silo elevado de fundo cônico feito de estrutura metálica de chapas corrugadas, adaptado para secagem estacionária, tem capacidade de armazenagem de 780 toneladas (Figura 1A). A secagem das sementes foi realizada utilizando o sistema de secagem Dry Cooler Seeds que insufla o ar tratado dentro do silo, utilizando a temperatura média de 23 °C e 63% de umidade relativa do ar, levando em torno de 8 a 10 dias pra finalizar o processo de secagem e ao final entrega uma a massa de sementes apresentando TA médio de 10-12 % (b.u.) (Figura 2A e 3A).

4.4 Obtenção das amostras experimentais

As amostras de sementes utilizadas foram obtidas nas duas Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS) da empresa Triunfo, localizadas na cidade de Formosa-GO e Planaltina de Goiás-GO.

Para o desenvolvimento dos três experimentos foram coletadas 1 kg de sementes para a avaliação da qualidade fisiologia e física de sementes definidas na pesquisa.

4.5 Experimento 1: sementes coletadas dentro do silo estacionário secadas em baixa temperatura

As sementes utilizadas neste experimento foram provenientes da safra 2017/2018.

O equipamento utilizado na coleta de amostras das sementes no interior do silo, foi um calador corpo duplo, de um metro de comprimento, contendo quatro furos, em que os três primeiros furos foram isolados com fita adesiva e apenas o último furo, de 20 centímetros de abertura, foi deixado exposto para proporcionar uma amostragem mais profunda, para proporcionar uma amostragem mais profunda

Nesta safra, para essa cultivar o TA inicial variou de 18 a 20%, as coletas foram realizadas em 7 pontos no interior do silo estacionário: os Pontos de 1 a 4 localizados no interior do silo ficaram a um metro de distância da parede lateral. A coleta das amostras foi feita a partir da introdução do calador via janela de inspeção; a coleta da amostra referente ao Ponto 5, ponto de amostragem localizado na superfície da massa de sementes, foi feita via janela de inspeção na parte superior do silo; a coleta referente ao Ponto 6, ponto de amostragem localizado a um metro abaixo da superfície de sementes foi feita a partir da introdução do calador na superfície da massa de sementes e, por último, para o Ponto 7 a coleta da amostra foi feita na porta de saída, localizada na parte inferior do silo estacionário, um dia após a primeira descarga de sementes, com a finalidade de obter uma amostragem bem homogênea das sementes do silo (Figura 1).

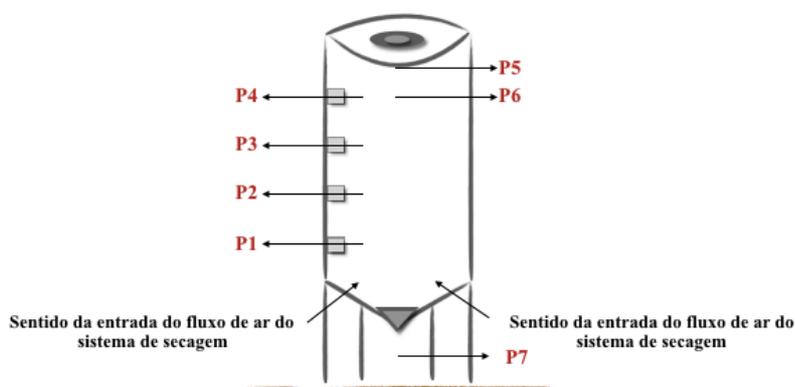


Figura 1. Indicação dos pontos de amostragem das sementes secadas em baixa temperatura no silo estacionário. Sendo P1 a P4 os pontos de amostragem na lateral a 1 metro de distância da parede do silo, o ponto P5 de amostragem na superfície da massa de grãos, o ponto P6 de amostragem 1 metro abaixo da superfície da massa de grãos e o ponto P7 de amostragem na parte inferior do silo, um dia após a primeira descarga.

Após a obtenção das amostras, as sementes foram colocadas em caixas de papel para arquivo de sementes e, assim, foram armazenadas em câmara fria, com temperatura média de 7 a 10° e umidade 50-60%, aferidas por termohigrografo digital, com 2 casas de precisão, até o momento das análises físicas e de qualidade fisiológicas de sementes.

4.5.1 Delineamento e análise estatística

A análise estatística dos dados experimentais seguiu as recomendações de Banzatto e Kronka (2006). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Na análise de deterioração por umidade, dentro do teste de tetrazólio, foi adotado a transformação dos valores em raiz ao quadrado de $x + 1,0$.

Os dados foram analisados pelo software “AgroEstat 1.1.0.720 ver 77” desenvolvido por Barbosa e Maldonado-Junior (2015).

4.6 Experimento 2: sementes coletadas ao longo da linha de beneficiamento

As sementes utilizadas neste experimento foram provenientes da safra 2018/2019.

Utilizando a mesma linha de beneficiamento porém, uma com sementes secadas em alta temperatura e a outra em baixa temperatura ao concluir a secagem, a coleta aconteceu em três diferentes pontos: 1º) após passagem no espiral (Modelo-SES-42 Silomax), 2º) após a passagem na classificadora (Modelo – SXP4X4 Silomax) e 3º) após a passagem na mesa densimétrica (Modelo – SDS-120 Silomax). Obtendo em cada ponto um lote de sementes secadas em alta temperatura e outro para sementes em baixa temperatura, o lote de sementes em alta temperatura foi designado Lote 1 e o Lote 2 composto por sementes secadas em baixa temperatura (Figura 2).

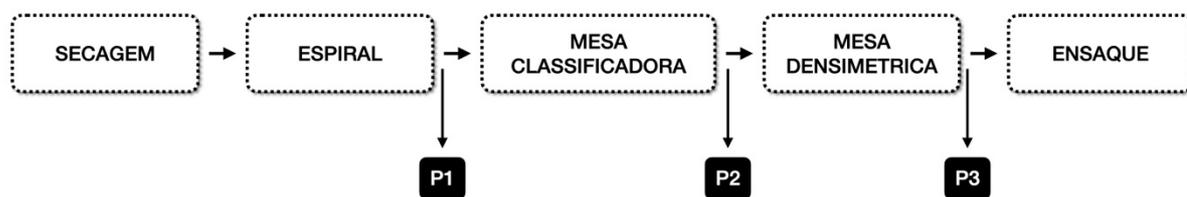


Figura 2: Indicação dos pontos de amostragem das sementes ao longo da linha de beneficiamento. Sendo designados como P1: após saída do espiral, P2: após saída da mesa classificadora e P3: após saída da mesa densimétrica.

No primeiro ponto de coleta foi necessário passar as sementes por peneiras para obter as Peneira 1 (5,75 mm) e Peneira 2 (6,75 mm). Para os pontos P2 e P3 as sementes já saíram classificadas nas duas referidas peneiras.

Após a obtenção das amostras, as sementes foram colocadas em caixas de papel para amostras de sementes e armazenadas em câmara fria, com temperatura média de 7 a 10° e 50-60% URar, aferidas por termohigrografo digital com 2 casas de precisão, até o momento das análises físicas e de qualidade fisiológicas de sementes.

4.6.1 Delineamento e análise estatística

A análise estatística dos dados experimentais seguiu as recomendações de Banzatto e Kronka (2006).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Foram realizadas análises estatísticas em esquema fatorial envolvendo 3 fatores: 2 peneiras, 2 temperaturas de secagem e 3 pontos no beneficiamento. Na análise em fatorial todos os dados que não apresentaram interação estatística significativa entre os fatores, os efeitos principais isolados foram analisados separadamente, quando a interação dos fatores foi significativa apresentou-se a tabela do desdobramento correspondente a interação. Especificamente na análise para o dano mecânico, dentro do teste de tetrazólio, foi adotado a transformação dos valores em raiz ao quadrado de $x + 1,0$.

Os dados foram analisados pelo software “AgroEstat 1.1.0.720 ver 77” desenvolvido por Barbosa e Maldonado-Junior (2015).

4.7 Experimento 3: sementes coletadas após o ensaque e armazenadas por 240 dias

As sementes utilizadas neste experimento foram provenientes da safra 2018/2019, passaram pelos dois sistemas de secagem (alta e baixa temperatura) e foram classificadas em duas peneiras, Peneira 1 (5,75 mm) e Peneira 2 (6,75 mm).

Todas as sementes utilizadas no Experimento 3 foram coletadas no momento do ensaque, este ponto foi considerado como tempo 0, a partir deste ponto as sementes foram armazenadas no ambiente de laboratório (LAS-UnB), considerado neste trabalho simulando as condições de um armazém convencional, e em câmara fria por 240 dias, em que a cada 60 dias

as sementes foram retiradas destes ambientes e avaliadas em testes de análises físicas e qualidade fisiológica.

Durante o período de 240 dias de armazenamento o armazém convencional apresentou temperatura média de 27 °C e 50-60% de umidade relativa do ar e para a condição de armazenagem em câmara fria a temperatura média foi de 7-10 °C e 50-60% de umidade relativa do ar.

4.7.1 Delineamento e análise estatística

A análise estatística dos dados experimentais seguiu as recomendações de Banzatto e Kronka (2006).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Foram realizadas análises estatísticas em esquema fatorial envolvendo 3 fatores: 2 temperaturas de secagem, 2 locais de armazenamento e 5 tempos de armazenamento. Na análise em fatorial todos os dados que não apresentaram interação estatística significativa entre os fatores, os efeitos principais isolados foram analisados separadamente, quando a interação dos fatores foi significativa, apresentou-se a tabela do desdobramento correspondente a interação entre os fatores. Para a análise de dano mecânico, dentro do teste de tetrazólio, foi adotado a transformação dos valores em raiz ao quadrado de $x + 1,0$.

Os dados foram analisados pelo software “AgroEstat 1.1.0.720 ver 77” desenvolvido por Barbosa e Maldonado-Junior (2015).

4.8 Testes físicos

4.8.1 Determinação do teor de água (TA)

De acordo com a metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), foi utilizado o método de estufa, a 105 ± 3 °C, por 24 horas, com duas repetições de 50 sementes, os resultados foram expressos em porcentagem (%) na base úmida de teor de água.

4.8.2 Peso de mil sementes (PMS)

De acordo com a metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), o PMS foi calculado a partir 8 repetições de 100 sementes para cada amostra, pesadas em gramas, com duas casas decimais. O valor encontrado na média foi multiplicado por 10 e o resultado foi expresso em gramas com duas casas decimais.

4.9 Testes de qualidade fisiológica de sementes

4.9.1 Teste padrão de germinação (TPG)

O teste foi realizado com quatro repetições de 50 sementes semeadas em papel Germitest umedecido em água com 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos foram mantidos por cinco dias em câmara germinadora (BOD) à temperatura de 25 °C. Após cinco dias foi realizada a contagem da porcentagem de plântulas normais de acordo com as normas prescritas por RAS (BRASIL, 2009), sendo os dados expressos em porcentagem.

4.9.2 Envelhecimento acelerado (EA)

A metodologia utilizada foi a indicada por Marcos-Filho (1999) para sementes de soja nas condições de envelhecimento acelerado de 41 °C por 48 horas. As sementes foram acomodadas em única camada, uniforme, sobre a tela de aço inox, deixando-as isoladas dos 40 mL de água destilada deionizada, o experimento foi montado em caixas plásticas (10,5 cm x 10,5 cm x 3,0 cm). As caixas ficaram armazenadas em câmaras de germinação reguladas para a realização do EA e após o período de 48 horas foi montado o teste de germinação como descrito no item 4.9.1 e feita a avaliação após cinco dias conforme indicado por RAS (BRASIL, 2009).

4.9.3 Condutividade elétrica (CE)

O teste foi realizado com 50 sementes em quatro repetições para cada amostra, em que foram previamente pesadas em balança de precisão, de três dígitos, posteriormente cada amostra foi colocada em copo plástico e adicionado 75 mL de água destilada deionizada. Os copos plásticos, de 200 mL, foram acomodados em câmaras de germinação com temperatura regulada a 25 °C por 24 horas, após esse período foi realizada a leitura da condutividade elétrica através do condutivímetro digital modelo CG2000, de eletrodo constante 1,0 da marca Gehaka,

os resultados finais foram expressados em $\mu\text{ S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (LOEFFLER; TEKRONY, 1988; VIEIRA 1994).

4.9.4 Teste de tetrazólio (TZ)

Foram utilizadas 50 sementes com duas repetições as quais foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido na câmara de germinação (BOD) a 25 °C por 16 horas com a finalidade de facilitar a penetração da solução de tetrazólio na semente. Em seguida as amostras foram colocadas em copos plásticos de 50 mL (cafezinho) e submersas em solução de tetrazólio (0,075%) e levadas para estufa, em ambiente escuro reguladas a 40 °C por 180 minutos. Após, as amostras foram lavadas e avaliadas (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 1999).

4.9.5 Hipoclorito de sódio (HC-DM)

Para esse teste foram avaliadas duas repetições de 50 sementes, as amostras foram submersas em solução de hipoclorito de sódio 5% por dez minutos, após esse período foram lavadas e colocadas em papel toalha para a avaliação. As sementes com aspecto de entumecidas foram separadas e contabilizadas, os resultados foram expressos em porcentagem de dano mecânico (KRZYZANOWSKY et al., 2004).

4.9.6 Emergência de plântulas em campo (EC)

O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL-UnB) em canteiros com irrigação diária. Foram semeadas 50 sementes com quatro repetições para cada amostra, com espaçamento dos sulcos de 15 centímetros entrelinhas. A contagem de plântulas emergidas foi feita dez dias após a semeadura no campo e os resultados foram expressos em porcentagem (NAKAGAWA, 1999).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento 1: qualidade física e fisiológica de sementes coletadas dentro do silo estacionário

Os valores médios apresentados na Tabela 1 mostraram que o teor de água das sementes analisadas se manteve uniforme na faixa de 10% (b.u.), indicando que houve boa condução no processo de secagem. Os valores médios referentes ao teste padrão de germinação (TPG), envelhecimento acelerado (EA), dano mecânico por hipoclorito (HC-DM) e condutividade elétrica de embebição (CE) não apresentaram diferença estatística ($P>0,05$) entre si. A emergência de plântulas em campo (EC) apresentou diferença estatística ($P<0,05$) indicando que o Ponto 1 foi o maior valor de emergência, pois estava localizado próximo a estrada de ar no silo, o ponto mais interno, Ponto 6, apresentou o menor valor de emergência, porém, não diferiu estatisticamente dos outros.

Tabela 1: Valores médios de teor de água (TA), teste padrão de germinação (TPG), envelhecimento acelerado (EA), dano mecânico por hipoclorito (HC-DM), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas em campo (EC) para os pontos de amostragem dentro do silo secador estacionário.

PONTO DE AMOSTRAGEM	TA	TESTES DE QUALIDADE - DENTRO DO SILO				
		TPG	EA	HC-DM	CE	EC
	----- % -----				μS cm-1 g-1	---- % ----
Ponto1 ¹	10,3	100 A ²	98 A	9 AB	96,01 A	85 A
Ponto 2	10,4	99 A	97 A	8 AB	91,85 A	70 B
Ponto 3	10,8	100 A	98 A	9 AB	87,78 A	66 B
Ponto 4	10,8	99 A	94 A	10 AB	103,49 A	70 B
Ponto 5	10,8	99 A	95 A	7 AB	95,69 A	75 AB
Ponto 6	10,2	99 A	97 A	3 A	98,01 A	65 B
Ponto 7	10,5	99 A	95 A	17 B	106,78 A	71 AB
Teste F		0,82 ^{NS}	1,96 ^{NS}	3,34 ^{NS}	2,44 ^{NS}	4,26 ^{**}
DMS (5% Tukey)		9,84	5,3	12,88	19,09	14,8
CV (%)		4,33	2,39	36,12	8,55	8,97

¹Ponto de amostragem: Ponto 1: localizado no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 2: localizado acima do ponto anterior, no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 3: localizado acima do ponto anterior, no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 4: localizado acima do ponto anterior, no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 5: localizado na superfície da massa de sementes; Ponto 6: localizado um metro abaixo da superfície da massa de sementes; Ponto 7: localizado na saída do secador estacionário um dia após a primeira descarga de sementes.

²Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo de 5% de probabilidade pelo teste F e ^{**}Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios aferidos no TA encontram-se próximos dos listados por Marcos-Filho (1999), Weber (2005) e Carvalho e Nakagawa (2012) que consideram que o teor de água recomendado para o processamento e armazenamento de sementes seja entre 11,0 a 13,0%.

Os valores encontrados na germinação encontraram-se acima do padrão mínimo (80% de germinação) definido pelo MAPA para a comercialização de sementes de soja no Brasil (BRASIL, 2013).

Avelar et al. (2011) em seu estudo com resultados similares a este trabalho, para os testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência em campo indicou que independentemente da posição em que as sementes ocupam no interior do silo estacionário, as sementes secadas utilizando o sistema de secagem em baixa temperatura, conseguem manter a sua qualidade fisiológica após o processo de secagem.

Na realização do Tetrazólio (TZ), os dados encontrados referentes a viabilidade, vigor, dano mecânico e dano por percevejo não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$). Entretanto a avaliação da deterioração por umidade apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os pontos analisados, em que o Ponto 4 maior valor de DU (Tabela 2).

O dano mecânico no TZ não captou o aumento do dano como foi captado pelo teste de HC-DM, mostrando que existe diferenças estatísticas entre os dois testes, resultado similar foi encontrado por Marcondes et al. (2010).

Tabela 2: Valores médios de viabilidade, vigor, dano mecânico (DM), deterioração por umidade (DU), dano por percevejo (DP), obtidos a partir da realização do teste de Tetrazólio (TZ), em %, para os pontos de amostragem dentro do silo secador estacionário.

PONTO DE AMOSTRAGEM	TZ				
	VIABILIDADE	VIGOR	DM ³	DU	DP
	----- % -----				
Ponto1 ¹	99 A ²	98 A	1 A	8 A	4 A
Ponto 2	100 A	99 A	1 A	6 A	2 A
Ponto 3	97 A	97 A	2 A	10A	1 A
Ponto 4	100 A	100 A	1 A	26 B	2 A
Ponto 5	100 A	98 A	2 A	8 A	7 A
Ponto 6	100 A	100 A	1 A	8 A	4 A
Ponto 7	98 A	95 A	1 A	12 AB	4 A
Teste F	1,03 ^{NS}	1,16 ^{NS}	1,09 ^{NS}	6,78*	1,26 ^{NS}
DMS (5% Tukey)	6,7	9,23	2,31	14,67	9,93
CV (%)	1,7	2,37	43,79	33,23	73,12

¹Ponto de amostragem: Ponto 1: primeiro ponto de amostragem localizado no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 2: segundo ponto de amostragem localizado acima do ponto anterior, no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 3: terceiro ponto de amostragem localizado acima do ponto anterior, no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 4: quarto ponto de amostragem localizado acima do ponto anterior, no interior do silo à uma distância de um metro da parede lateral do silo; Ponto 5: ponto de amostragem localizado na superfície da massa de sementes; Ponto 6: ponto de amostragem localizado um metro abaixo da superfície da massa de sementes; Ponto 7: ponto de amostragem localizado na saída do secador estacionário um dia após a primeira descarga de sementes.

²Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

³Dados transformados em $\sqrt{x + 1,0}$.

^{NS}Valor não significativo de 5% de probabilidade pelo teste F e *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados deste trabalho indicaram que os valores de Viabilidade pelo TZ e TPG em rolo de papel ficaram próximos, como o recomendado por França-Neto et al. (1998; 1999).

A qualidade fisiológica das sementes de soja coletadas nos sete pontos no interior do silo estacionário podem ser classificadas como de vigor muito alto, conforme indicado por França-Neto et al. (1998; 1999).

Uhde (2014) em seu trabalho indicou que para a qualidade de sementes de soja avaliadas pelo TZ, a deterioração por umidade e os danos mecânicos são os tipos de injúrias com maior incidência entre os danos em sementes de soja, corroborando com os resultados de DM-TZ encontrados neste trabalho.

5.2 Experimento 2: qualidade física e fisiológica de sementes de soja ao longo da linha de beneficiamento

O TA das sementes ao longo da linha do beneficiamento oscilou em 7,1 a 8%, essa variação no TA deu-se devido as sementes terem permanecido em silo pulmão, em ambiente com baixa URar até ser iniciado o processo de beneficiamento.

Moreano et al. (2013) trabalhando com a evolução da qualidade física de sementes de soja durante o beneficiamento também encontrou pequena variação do teor de água nas sementes ao longo do processo de beneficiamento.

De acordo com a análise estatística feita em esquema fatorial para TPG, Tabela 3, os fatores analisados não apresentaram interações significativas ($P > 0,05$), assim os efeitos principais isolados foram analisados separadamente. A primeira avaliação, para peneiras, indica que não houve diferença estatística ($P > 0,05$) nos valores de germinação quando comparado os tamanhos das peneiras. Porém, quando comparado a germinação entre os pontos ao longo da linha de beneficiamento e os sistemas de secagem verifica-se que houve diferença estatística nos resultados.

Analisando as médias encontradas de germinação no TPG ao longo da linha de beneficiamento pode-se concluir que a função do beneficiamento foi realizada e a semente chegou ao último ponto de análise apresentaram alta qualidade. O sistema de secagem em baixa temperatura apresentou resultado de germinação, inferior, 98% quando relacionado aos resultados obtidos para sementes secadas em alta temperatura (99%). Observou-se que há uma tendência, comprovada pela análise estatística, que sementes secadas em baixa temperatura apresentaram menos qualidade fisiológica quando comparado às sementes secadas em alta temperatura.

Tabela 3. Valores médios de germinação pelo TPG, em %, para peneira, ponto no beneficiamento e temperatura de secagem.

PENEIRA	GERMINAÇÃO
	----- % -----
Peneira 1	99 A ¹
Peneira 2	99 A
TESTE F	0,07 ^{NS}
DMS (5% Tukey)	0,62
PONTO NO BENEFICIAMENTO	
	----- % -----
Espiral	99 AB
Classificador	98 B
Densimétrica	99 A
TESTE F	3,53*
DMS (5% Tukey)	0,92
TEMPERATURA DE SECAGEM	
	----- % -----
Alta Temperatura	99 A
Baixa Temperatura	98 B
TESTE F	49,46**
DMS (5% Tukey)	0,62
CV (%)	1,08

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo 5% de probabilidade pelo teste F, *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados encontrados para germinação em TPG indicaram que as sementes após passarem pelo beneficiamento possuem alta qualidade, estando acima dos padrões mínimos exigidos (80%) determinados pelo MAPA para a comercialização de sementes de soja (BRASIL, 2009).

Diversos autores, citando por exemplo Giomo et al. (2004) com sementes de café arábica, Ferreira (2010) com milho doce, Borges et al. (1991) com milho híbrido, Amaral et al. (2018) com sementes de soja e Pereira et al. (2012) com arroz, declararam em seus trabalhos que lotes de sementes ao passar pela linha de beneficiamento apresentam melhora na qualidade física e fisiológica, essa observação difere do encontrado neste trabalho, que observou a manutenção da qualidade nos três pontos coletados durante a linha de beneficiamento (Tabela 3).

A interação dos dados referente ao teste de envelhecimento acelerado (EA) foi significativa ($P < 0,05$) para os fatores peneiras x tipos de secagem (Tabela 4). O desdobramento dos valores médios da germinação após o EA indicam que sementes secadas pelo sistema em alta temperatura e classificadas em Peneira 1 e Peneira 2 apresentaram alto vigor (99%). Por outro lado, comparando os dois sistemas de secagem, as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram valores de germinação em EA inferiores. O fator Peneira 2 secada em sistema em baixa temperatura apresentaram germinação em EA de 71%, podendo ser classificada como semente de menor vigor, quando comparado às sementes secadas em alta temperatura.

Avaliando a interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores ponto de coleta no beneficiamento x tipos de secagem, pode-se observar que as sementes secadas pelo sistema em alta temperatura após passarem pelo beneficiamento mantiveram o alto índice de germinação, configurando alto vigor, mas ao comparar as médias entre os dois sistemas de secagem, as sementes provenientes da secagem em baixa temperatura apresentaram valores médios de germinação inferiores, indicando um vigor menor (Tabela 5).

Tabela 5, o que explica o percentual de plântulas menor em baixa temperatura?

Tabela 4. Desdobramento dos valores médios de germinação após EA, em %, da interação significativa entre peneira e secagem.

PENEIRA	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
Peneira 1	99 Aa ¹	74 Ab
Peneira 2	99 Aa	71 Bb
TESTE F (Peneira x Secagem)		5,77 *
DMS (5%) Peneira dentro de Secagem		2,18
DMS (5%) Secagem dentro de Peneira		2,18
CV (%)		3,08

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5. Desdobramento dos valores médios de germinação após EA, em %, da interação significativa entre ponto no beneficiamento e secagem.

PONTO NO BENEFICIAMENTO	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
	----- % -----	
Espiral	100 Aa ¹	77 Ab
Classificador	99 Aa	69 Bb
Densimétrica	98 Aa	72 Bb
TESTE F (Beneficiamento x Secagem)		6,83**
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Secagem		3,23
DMS (5%) Secagem dentro do Beneficiamento		2,68
CV (%)		3,08

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Dentre a grande variedade de testes utilizados para avaliar o vigor do lote de sementes, o EA é um dos mais utilizados no Brasil e no mundo para as culturas de soja e milho (HAMPTON; TEKRONY, 1995; MARCOS-FILHO, 1999), ele consegue separar as sementes em diferentes níveis de vigor como observado nos resultados das Tabelas 4 e 5.

No teste de Hipoclorito – Dano Mecânico (HC-DM) não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os fatores, assim os efeitos principais isolados foram apresentados. Os fatores peneira e ponto no beneficiamento não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) e a temperatura de secagem apresentou diferença estatística ($P < 0,05$), inferindo que as sementes secadas em alta temperatura apresentaram maior porcentagem de dano mecânico, devido a movimentação que existe na sementes durante a passagem pelo secador intermitente, em relação as sementes secadas em baixa temperatura.

Tabela 6. Efeito principal isolado dos fatores da porcentagem de dano mecânico pelo HC-DM.

PENEIRA	HC-DM
	----- % -----
Peneira 1	5 A ¹
Peneira 2	7 A
TESTE F	2,93 ^{NS}
DMS (5%)	2,23
PONTO NO BENEFICIAMENTO	
	----- % -----
Espiral	8 A
Classificador	6 A
Densimétrica	6 A
TESTE F	1,68 ^{NS}

DMS (5%)	3,35
TEMPERATURA DE SECAGEM	
	----- % -----
Alta Temperatura	8 B
Baixa Temperatura	5 A
TESTE F	6,74*
DMS (5%)	2,23
CV (%)	40,80

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo 5% de probabilidade pelo teste F e *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Sementes de soja tendem a ter maior susceptibilidade a injúrias mecânicas devido a posição do seu eixo embrionário e o seu fino tegumento, ao passar pelo processo de beneficiamento as injúrias podem aumentar devido ao contato da semente com a superfície do maquinário, causando abrasão, trincas e quebras, esses danos são cumulativos, afetam o vigor e a germinação, contribuindo para o desenvolvimento de plântulas fracas e causando baixas produtividades (MARCOS-FILHO, 2015; KRZYZANOWSKY et al., 1991; NAPLAVA et al., 1994; PETERSON et al., 1995; PACHECO et al., 1996).

Krzyzanowsky et al. (2004) em experimento realizado utilizando teste de Hipoclorito de Sódio em sementes de soja com a finalidade de determinar com rapidez o percentual de dano mecânico (ruptura do tegumento) nas sementes, concluiu que o percentual de sementes embebidas não deve ser superior a 10%, caso contrário pode haver interferência na qualidade do lote, os resultados observados nesse trabalho são corroborados com esta informação.

O teste de Condutividade Elétrica de embebição de sementes (CE) não apresentou interação significativa ($P > 0,05$) entre ponto no beneficiamento e os outros fatores, por esse motivo o efeito principal foi apresentado de forma isolada e seus resultados não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as médias analisadas (Tabela 7).

A interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores peneira e secagem para CE são apresentados na Tabela 8. As sementes secadas em alta temperatura apresentam valores de CE menores quando comparados com os valores apresentados pelas sementes secadas em baixa temperatura. As sementes provenientes do fator Peneira 2 secadas em baixa temperatura apresentaram o maior valor $153,88 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de condutividade aferido, demonstrando maior deterioração da membrana celular indicando o menor nível de vigor das sementes.

Tabela 7. Valores médios do efeito principal do teste de CE, em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, no ponto de beneficiamento.

PONTO NO BENEFICIAMENTO	CONDUTIVIDADE
-------------------------	---------------

	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----
Espiral	122,25 A ¹
Classificador	118,88 A
Densimétrica	114,77 A
TESTE F	1,13 ^{NS}
DMS (5%)	12,18
CV (%)	11,88

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 8. Desdobramento dos valores médios encontrados no teste de CE, em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, da interação significativa entre peneira e secagem.

PENEIRA	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----	
Peneira 1	92,13 Aa ¹	153,88 Bb
Peneira 2	93,03 Aa	135,50 Ab
TESTE F (Peneira x Secagem)	5,61*	
DMS (5%) Peneira dentro de Secagem	11,67	
DMS (5%) Secagem dentro de Peneira	11,67	
CV (%)	11,88	

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A redução dos valores de CE ao longo linha de beneficiamento encontrado por De Mendonça Lopes et al. (2011), em experimento cujo objetivo foi avaliar o efeito dos danos mecânicos e fisiológicos causados na colheita e no beneficiamento de sementes de soja da cultivar Monsoy 8000 RR, corroboram com os resultados observados neste trabalho.

Conforme indica Vieira (1994;1999) lotes de sementes de soja com CE entre 80-90 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ são considerados de alto vigor, esses resultados corroboram com os resultados encontrados neste trabalho.

A interação significativa ($P < 0,01$) dos fatores peneira e secagem encontrados dentro da avaliação do Peso de Mil Sementes (PMS) representados na Tabela 9, indicaram que os valores referentes ao PMS do lote Peneira 2 são superiores ao PMS do lote Peneira 1, independente da temperatura utilizada no método de secagem.

Avaliando a interação significativa ($P < 0,01$) entre ponto no beneficiamento e secagem através do PMS, conclui-se que as etapas do processo de beneficiamento conseguiram uniformizar o lote de sementes, fazendo com que ao final do processo, as sementes oriundas

dos dois sistemas de secagem apresentassem valores de PMS muito próximos no ponto após a passagem pela mesa densimétrica (Tabela 10).

Tabela 9. Desdobramento dos valores médios encontrados no PMS, em gramas, da interação significativa entre peneira e secagem.

PENEIRA	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
	----- g -----	
Peneira 1	153,77 Ba ¹	148,30 Bb
Peneira 2	173,54 Aa	167,06 Ab
TESTE F (Peneira x Secagem)		887,79**
DMS (5%) Peneira dentro de Secagem		1,87
DMS (5%) Secagem dentro de Peneira		1,87
CV (%)		1,41

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 10. Desdobramento dos valores médios encontrados no PMS, em gramas, da interação significativa entre ponto no beneficiamento e secagem.

PONTO NO BENEFICIAMENTO	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
	----- g -----	
Espiral	175,92 Aa ¹	175,02 Aa
Classificador	167,71 Ba	148,11 Bb
Densimétrica	147,33 Cb	149,91 Ba
TESTE F (Beneficiamento x Secagem)		334,06**
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Secagem		2,77
DMS (5%) Secagem dentro do Beneficiamento		2,29
CV (%)		1,41

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Moreano et al. (2013) em sua pesquisa constataram a partir da avaliação das características físicas de 6 cultivares de soja em 15 pontos ao longo da linha de beneficiamento que o processo do beneficiamento melhora a qualidade física do lote de sementes padronizando o PMS este fato corrobora com os dados apresentados nesta pesquisa.

Na Tabela 11 observou-se que não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os fatores para os valores médios encontrados em Viabilidade, Vigor, Dano Mecânico e Dano por Percevejo dentro do teste de Tetrazólio (TZ). Dentro do fator peneira, os resultados de Viabilidade, Vigor, Dano Mecânico e Dano por Percevejo não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) entre si, o mesmo ocorreu quando avaliado o fator ponto no beneficiamento.

O fator temperatura de secagem apresentou diferença estatística ($P < 0,01$) indicando que sementes secadas em baixa temperatura apresentaram valores inferiores de Viabilidade e Vigor quando comparadas as sementes secadas em alta temperatura. Porém, sementes secadas em alta temperatura apresentaram porcentagem maior de dano causado por percevejos, quando comparados os sistemas de temperatura de secagem.

Tabela 11. Valores médios do efeito principal do teste de TZ, em %, entre peneira, ponto no beneficiamento e temperatura de secagem.

PENEIRA	VIABILIDADE	VIGOR	DANO MECÂNICO ²	DANO PERCEVEJO
----- % -----				
Peneira 1	100 A ¹	91 A	1 A	11 A
Peneira 2	99 A	91 A	1 A	12 A
TESTE F	4,00 ^{NS}	0,01 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,40 ^{NS}
DMS (5%)	0,72	4,66	0,13	4,02
PONTO NO BENEFICIAMENTO				
Espiral	100 A	92 A	1 A	11 A
Classificador	99 A	90 A	1 A	10 A
Densimétrica	99 A	91 A	1 A	12 A
TESTE F	1,75 ^{NS}	0,24 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,30 ^{NS}
DMS (5%)	1,08	6,99	0,19	6,03
TEMPERATURA DE SECAGEM				
Alta Temperatura	100 A	97 A	1 A	14 B
Baixa Temperatura	99 B	85 B	1 A	8 A
TESTE F	16,00 ^{**}	30,55 ^{**}	1,00 ^{NS}	11,13 ^{**}
DMS (5%)	0,72	4,66	0,13	4,02
CV (%)	0,82	5,77	14,50	40,85

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

²Dados transformados em $\sqrt{x + 1,0}$.

^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e ^{**}Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com França-Neto et al. (1998) em relação a classificação do vigor as sementes de soja deste trabalho foram classificadas como de vigor muito alto, pois apresentaram porcentagem de viabilidade e vigor > 85% ao longo da linha de beneficiamento, conseguindo mantê-lo alto até o fim do processo.

Em trabalho desenvolvido por Silva et al. (2011) com 5 pontos de amostragem na linha de beneficiamento obteve resultados semelhantes ao desta pesquisa quando realizou o TZ.

Na avaliação do teste de Tetrazólio-Deterioração por Umidade (DU-TZ) não houve interação significativa ($P>0,05$) entre peneira e os outros fatores, Tabela 12, com isso o efeito principal isolado foi analisado separadamente e não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias avaliadas, entretanto os valores médios encontrados para deterioração por umidade são considerados altos ($>25\%$) conforme indica França-Neto et al (1998), comprometendo o vigor do lote.

Avaliando a interação significativa ($P<0,05$) entre o ponto no beneficiamento e secagem, demonstrados na Tabela 13 a partir dos dados de DU-TZ, pode-se inferir que para as sementes secadas em alta temperatura a porcentagem de sementes com deterioração por umidade se manteve a mesma durante a linha de beneficiamento. As sementes secadas em baixa temperatura apresentaram melhora na qualidade do lote ao longo da linha de beneficiamento, contudo ao final do processo a porcentagem de deterioração por umidade (36%) ainda foi muito alta quando comparado ao valor referente as sementes secadas em alta temperatura (10%).

Tabela 12. Valores médios do efeito principal no TZ – Deterioração por Umidade, em %, nos tamanhos das peneiras.

PENEIRA	DETERIORAÇÃO POR UMIDADE	
	----- % -----	
Peneira 1	26 A ¹	
Peneira 2	25 A	
TESTE F	0,6 ^{NS}	
DMS (5%)	5,85	
CV (%)	25,81	

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 13. Desdobramento dos valores médios encontrados no TZ – Deterioração por Umidade, em %, da interação significativa entre pontos de amostragem ao longo do processo de beneficiamento e temperaturas de secagem.

PONTO NO BENEFICIAMENTO	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
----- % -----		
Espiral	6 Aa ¹	42 ABb
Classificador	7 Aa	54 Bb
Densimétrica	10 Aa	36 Ab
TESTE F (Beneficiamento x Secagem)	5,09*	
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Secagem	12,41	
DMS (5%) Secagem dentro do Beneficiamento	10,14	

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Conforme explica Uhde (2014) em seu trabalho os principais danos causados as sementes de soja são deterioração por umidade e dano mecânico, mesmo lotes de sementes que apresentam alto vigor podem apresentar altas porcentagens de deterioração por umidade e dano mecânico, porém a incidência da deterioração por umidade tende a ser mais elevada em comparação aos outros danos, estes resultados corroboram com as avaliações apresentadas nesta pesquisa.

A interação dos fatores dentro da Emergência de Plântulas em Campo (EC) foi significativa ($P < 0,05$) para os fatores peneira e secagem. As sementes secadas em alta temperatura apresentaram maior EC, indicando alto vigor. Porém, as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram baixa EC, e, destacando, as sementes provenientes do fator Peneira 1 secadas em baixa temperatura apresentaram a menor EC qualificando-a como de baixa qualidade fisiológica (Tabela 14).

Avaliando a interação significativa ($P < 0,05$) entre o ponto de coleta no beneficiamento x tipos de secagem, representados na Tabela 15, através dos dados de EC, pode se inferir que as sementes secadas em alta temperatura mantiveram a alta qualidade durante o processo de beneficiamento, porém as sementes secadas em baixa temperatura não mantiveram a qualidade das sementes ao longo da passagem pela linha de beneficiamento.

Os resultados de EC para as sementes secadas em alta temperatura tanto para peneiras quanto nos diferentes pontos de beneficiamento apresentaram melhores valores do que quando comparado com as sementes obtidas pelo processo de secagem a baixa temperatura.

Tabela 14. Desdobramento dos valores médios encontrados na EC, em %, da interação significativa entre peneiras e secagem.

PENEIRA	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
Peneira 1	96 Aa ¹	71 Ab
Peneira 2	93 Aa	76 Ab
TESTE F (Peneira x Secagem)		4,28*
DMS (5%) Peneira dentro de Secagem		5,31
DMS (5%) Secagem dentro de Peneira		5,31
CV (%)		7,65

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 15. Desdobramento dos valores médios encontrados na EC, em %, da interação significativa entre ponto no beneficiamento e secagem.

PONTO NO BENEFICIAMENTO	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
	----- % -----	
Espiral	96 Aa ¹	80 Ab
Classificador	96 Aa	68 Bb
Densimétrica	92 Aa	73 ABb
TESTE F (Beneficiamento x Secagem)		3,96*
DMS (5%) Beneficiamento dentro de Secagem		7,84
DMS (5%) Secagem dentro do Beneficiamento		6,5
CV (%)		7,65

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

De Mendonça Lopes et al. (2011) em sua pesquisa que avaliou o efeito dos danos mecânicos e fisiológicos causados na colheita e no beneficiamento de sementes de soja da cultivar Monsoy 8000 RR encontrou valores de EC semelhantes ao deste trabalho.

5.3 Experimento 3: qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento

Neste experimento a análise estatística foi separada para as peneiras, com o propósito de colaborar para o melhor entendimento.

O TA para Peneira 1 durante o armazenamento variou em média 8-9% em armazém convencional e 10-12% em câmara fria durante os 240 dias de armazenamento. Na Peneira 2, a média foi de 6-12% em armazém convencional e 9-12% em câmara fria, variações do TA ao longo do armazenamento também foram observadas por Smaniotto et al. (2014).

A qualidade das sementes de soja é influenciada pelas condições de armazenamento, no geral sementes de soja armazenadas em armazém convencional sob temperatura ambiente tem a sua qualidade alterada devido a deterioração e danos (ALENCAR et al., 2008; DEMITO; AFONSO et al., 2009). Neste trabalho pode-se observar estas mesmas ocorrências.

A interação entre os fatores para a germinação pelo TPG não foi significativa ($P > 0,01$) na Peneira 1, assim os valores médios dos efeitos principais isolados foram analisados de modo isolado, (Tabela 16), no fator temperatura de secagem observou-se que as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram valor menor de germinação (96%) quando comparado as sementes secadas em alta temperatura (98%), no fator tipo de armazenamento sementes

armazenadas em câmara fria apresentaram maior germinação (98%) quando comparadas as sementes armazenadas em câmara fria (96%), no fator tempo de armazenamento a germinação apresentou queda (94%) no último ponto, aos 240 dias de armazenagem.

Os valores da germinação das sementes apresentados nas Tabelas 16, 17 e 18 permaneceram altos ao longo dos 240 dias de armazenamento, encontrando-se em conformidade com os padrões mínimos exigidos (>80%) de germinação para a comercialização de sementes de soja exigidos pelo MAPA (BRASIL, 2013).

Tabela 16. Valores médios de germinação no TPG, em %, da Peneira 1, na temperatura de secagem, tipo de armazenamento e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	GERMINAÇÃO
	----- % -----
Alta Temperatura	98 A ¹
Baixa Temperatura	96 B
TESTE F	11,61**
DMS (5%)	0,96
TIPO DE ARMAZENAMENTO	
Armazém Convencional	96 B
Câmara Fria	98 A
TESTE F	4,70*
DMS (5%)	0,96
TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)	
0	97 A
60	99 A
120	98 A
180	98 A
240	94 B
TESTE F	10,66**
DMS (5%)	2,15
CV (%)	2,23

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os dados da germinação no TPG da Peneira 2 apresentaram interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores temperatura de secagem x tempo de armazenamento, quando comparado as duas temperaturas de secagem ao longo do armazenamento, as sementes demonstraram comportamento semelhante para a germinação, diferindo apenas no último ponto, 240 dias, em que as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram menor porcentagem de germinação 93% (Tabela 17).

No desdobramento da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores tipo de armazém x tempo de armazenamento, não houve variação na germinação entre as sementes armazenadas

em armazém convencional e câmara fria ao longo do período de 180 dias de armazenamento, a queda da germinação ocorreu no último ponto, 240 dias, em que as sementes armazenadas no armazém convencional apresentaram menor porcentagem de germinação (Tabela 18).

Tabela 17. Desdobramento dos valores médios da germinação no TPG da Peneira 2, em %, da interação significativa entre temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- % -----				
Alta Temperatura	98 Aa ¹	99 Aa	99 Aa	99 Aa	99 Aa
Baixa Temperatura	97 Ab	98 Aa	98 Aab	98 Aab	93 Bc
TESTE F (Temperatura de Secagem x Tempo de Armazenamento)					
DMS (5%) Temperatura de Secagem dentro de Tempo de Armazenamento					
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro da Temperatura de Secagem					
CV (%)					

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 18. Desdobramento dos valores médios da germinação no TPG da Peneira 2, em %, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- % -----				
Armazém Convencional	97 Aa ¹	98 Aa	98 Aa	98 Aa	93 Bb
Câmara Fria	98 Aa	99 Aa	99 Aa	99 Aa	99 Aa
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)					
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento					
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém					
CV (%)					

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Forti et al. (2010) em sua pesquisa que avaliou, a cada dois meses, a evolução deterioração por umidade e redução de vigor em sementes de soja, utilizando 3 lotes da cultivar TMG 113 RR, armazenadas durante 8 meses em armazém convencional, câmara seca e câmara fria encontrou resultados que corroboram com este trabalho, verificando a maior redução da qualidade da sementes armazenadas em armazém convencional em relação à sementes armazenadas em câmara fria.

Analisando os dados a partir da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores no teste de envelhecimento acelerado (EA) na Peneira 1, as sementes secadas em baixa temperatura

apresentaram percentual germinativo em EA inferior, em todos os cinco tempos de armazenamento, quando comparadas à sementes secadas em alta temperatura, no último ponto, aos 240 dias de armazenamento, apresentou o índice de 77% de germinação, valor esse muito abaixo do valor apresentado pelas sementes secadas em alta temperatura (94%), indicando lote de menor vigor. Na germinação em EA sementes secadas a alta temperatura conseguiram manter a sua qualidade ao final do armazenamento, porém, as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram queda na qualidade ao final dos 240 dias (Tabela 19).

O desdobramento da interação significativa ($P < 0,01$) entre tipo de armazém e tempo de armazenamento, permitiu observar que independente do tipo de armazém as sementes iniciaram o processo de armazenagem com alta germinação em EA, porém aos 120 dias houve queda na germinação, as sementes armazenadas no armazém convencional apresentaram 88% e as sementes armazenadas em câmara fria apresentaram 93% de germinação em EA no último ponto de avaliação, aos 240 dias, observou-se que as sementes armazenadas em armazém convencional apresentaram porcentagem menor de germinação em EA, indicando maior perda de qualidade, quando comparado com 90% de germinação das sementes armazenadas em câmara fria. Ao final dos 240 dias de armazenagem, as sementes armazenadas em câmara fria mantiveram maior qualidade quando comparado à sementes armazenadas em armazém convencional (Tabela 20).

Tabela 19. Desdobramento dos valores médios de germinação no EA da Peneira 1, em %, da interação significativa entre temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- % -----				
Alta Temperatura	97 Aa ¹	96 Aa	96 Aa	95 Aa	94 Aa
Baixa Temperatura	93 Ba	92 Ba	85 Bb	81 Bbc	77 Bc
TESTE F (Temperatura de Secagem x Tempo de Armazenamento)					15,38**
DMS (5%) Temperatura de Secagem dentro de Tempo de Armazenamento					2,79
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro da Temperatura de Secagem					3,92
CV (%)					3,07

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 20. Desdobramento dos valores médios de germinação no EA da Peneira 1, em %, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)
-----------------	-------------------------------

	0	60	120	180	240	
	----- % -----					
Armazém Convencional	95 Aa ¹	95 Aa	88 Bb	88 Ab	80 Bc	
Câmara Fria	95 Aa	95 Aa	93 Aa	88 Ab	90 Aab	
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)						12,21**
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento						2,79
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém						3,92
CV (%)						3,07

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A partir da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores no EA na Peneira 2, a partir do desdobramento da interação significativa ($P < 0,01$) entre a temperatura de secagem e tempo de armazenamento, observou-se que as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram ao longo dos 240 dias de armazenamento germinação em EA inferior quando comparado à sementes secadas em alta temperatura, apresentando queda de vigor aos 60 dias, não conseguindo mantê-lo ao longo dos 240 dias de armazenagem (Tabela 21).

O desdobramento da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores tipo de armazém e tempo de armazenamento, permitiu observar que as sementes iniciaram com porcentagens semelhantes de germinação em EA para os dois tipos de armazém, porém, as sementes armazenadas em armazém convencional apresentaram queda de germinação aos 60 dias, terminando o período de armazenagem com 90% de germinação, já as sementes armazenadas em câmara fria conseguiram manter a porcentagem inicial de germinação até os 180 dias, terminando o período de 240 dias de armazenagem com 90% de germinação, indicando que sementes armazenadas em câmara fria conseguem conservar o vigor por maior período de tempo (Tabela 22).

Tabela 21 Desdobramento dos valores médios de germinação no EA da Peneira 2, em %, da interação significativa entre temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)					
	0	60	120	180	240	
	----- % -----					
Alta Temperatura	99 Aa ¹	99 Aa	98 Aa	98 Aa	94 Ab	
Baixa Temperatura	92 Ba	88 Bab	87 Bb	83 Bc	88 Bab	
TESTE F (Temperatura de Secagem x Tempo de Armazenamento)						8,69**
DMS (5%) Temperatura de Secagem dentro de Tempo de Armazenamento						2,56
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro da Temperatura de Secagem						3,6
CV (%)						2,76

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 22. Desdobramento dos valores médios de germinação no EA da Peneira 2, em %, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- % -----				
Armazém Convencional	96 Aa ¹	92 Bb	90 Bbc	87 Bc	90 Abc
Câmara Fria	95 Aa	95 Aa	95 Aa	95 Aa	90 Ab
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)					10,69**
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento					2,56
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém					3,6
CV (%)					2,76

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Na interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores tipo de armazém e secagem, observou-se que sementes secadas em baixa temperatura apresentam menor germinação em EA quando comparadas a sementes secadas em alta temperatura. Dentro do fator tipo de armazém, sementes secadas em alta temperatura apresentaram o mesmo comportamento nos diferentes tipos de armazenagem, entretanto, as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram melhor qualidade quando armazenadas em câmara fria (Tabela 23).

Tabela 23. Desdobramento dos valores médios de germinação no EA da Peneira 2, em %, da interação significativa entre tipo de armazém e secagem.

TIPO DE ARMAZÉM	SECAGEM		
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA	
	----- % -----		
Armazém Convencional	97 Aa ¹	86 Bb	
Câmara Fria	98 Aa	90 Ab	
TESTE F (Secagem x Tipo de Armazenamento)			8,03**
DMS (5%) Secagem dentro de Tipo de Armazém			1,62
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Secagem			1,62
CV (%)			2,76

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Calheiros (2014) em sua pesquisa que avaliando a qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas em diferentes condições, a partir da germinação em EA, concluiu que comparando ambientes de armazenamento entre si, quanto mais drásticas as condições de temperatura e umidade no ambiente, menor foi o vigor das sementes de soja, essa conclusão corrobora com os resultados encontrados neste estudo.

Analisando os dados a partir da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores no teste de condutividade elétrica (CE) na Peneira 1, observou-se o desdobramento da interação significativa ($P < 0,01$) entre temperatura de secagem e tempo de armazenamento, cujo independente da temperatura de secagem as sementes no tempo 0 apresentaram em nível estatístico o mesmo valor para CE, porém aos 60 dias de armazenagem houve um aumento ($175,4 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) na CE para as sementes secadas em baixa temperatura, terminando o período de 240 dias de armazenamento com $152,1 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de CE, valor superior ao encontrado para as sementes secadas em alta temperatura, indicando a presença da diferenciação do vigor entre os lotes (Tabela 24).

Os valores médios dos desdobramentos de CE na Peneira 1, mostram que sementes armazenadas em câmara fria apresentaram estabilidade nos valores de CE ao longo dos 240 dias de armazenamento, entretanto as sementes armazenadas em armazém convencional apresentaram valores de CE superiores quando comparados à sementes armazenadas em câmara fria, indicando que em nível de membrana celular as sementes armazenadas em câmara fria, com temperatura e umidade controladas, apresentaram processo de degradação mais lento e conseguiram manter o vigor ao longo do armazenamento (Tabela 25).

Na representação dos valores médios do desdobramento da interação significativa ($P < 0,05$) de CE na Peneira 1, entre os fatores tipo de armazém e secagem, pode-se inferir que sementes secadas em alta temperatura apresentaram valores médios de CE superiores quando comparado à sementes secadas em baixa temperatura (Tabela 26).

Tabela 24. Desdobramento dos valores médios da CE para Peneira 1, em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, da interação significativa entre temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----				
Alta Temperatura	126,5 Aab ¹	135,5 Aab	112,4 Aa	118,1 Aab	138,9 Ab
Baixa Temperatura	117,3 Aa	175,4 Bc	138,1 Bbc	142 Bbc	152,1 Aab
TESTE F (Temperatura de Secagem x Tempo de Armazenamento)					3,99**
DMS (5%) Temperatura de Secagem dentro de Tempo de Armazenamento					18,26
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro da Temperatura de Secagem					25,68
CV (%)					13,46

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 25. Desdobramento dos valores médios da CE para Peneira 1, em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----				
Armazém Convencional	124,8 Aa ¹	192,4 Bc	152,4 Bb	141,7 Bbc	165,9 Bb
Câmara Fria	118,9 Aab	118,6 Aab	98,1 Aa	118,3 Aab	125 Ab
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)					8,36**
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento					18,26
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém					25,68
CV (%)					13,46

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 26. Desdobramento dos valores médios de CE para Peneira 1, em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, da interação significativa entre tipo de armazém e secagem.

TIPO DE ARMAZÉM	SECAGEM	
	ALTA TEMPERATURA	BAIXA TEMPERATURA
	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----	
Armazém Convencional	141,6 Ab ¹	110,9 Aa
Câmara Fria	169,3 Bb	120,7 Aa
TESTE F (Secagem x Tipo de Armazenamento)	4,82*	
DMS (5%) Secagem dentro de Tipo de Armazém	11,55	
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Secagem	11,55	
CV (%)	13,46	

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

O fator temperatura de secagem, na avaliação de CE na Peneira 2, não apresentou interação significativa ($P > 0,01$) com os outros fatores, com isso os efeitos principais isolados foram avaliados separadamente, pode-se observar que na CE as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram maior valor quando comparado à sementes secadas em alta temperatura (Tabela 27).

Na interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores tipo de armazém e tempo de armazenamento na CE, para a Peneira 2, observou-se que ao longo dos 240 dias de armazenamento as sementes de soja armazenadas em câmara fria apresentaram valores médios inferiores de CE quando comparado à sementes armazenadas em armazém convencional (Tabela 28).

Tabela 27. Valores médios encontrados do efeito principal de CE para Peneira 2, em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, na temperatura de secagem.

TEMPERATURA DE SECAGEM	CONDUTIVIDADE
------------------------	---------------

	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----
Alta Temperatura	104,7 A ¹
Baixa Temperatura	125,5 B
TESTE F	44,51**
DMS (5%)	6,23
CV (%)	12,11

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 28. Desdobramento dos valores médios da CE para Peneira 2, em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ -----				
Armazém Convencional	102,7 Aa ¹	151,5 Bc	144,4 Bc	120,8 Bab	139,8 Bbc
Câmara Fria	96,1 Aa	101,8 Aa	86,9 Aa	105,4 Aa	101,3 Aa
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)					9,89**
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento					13,94
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém					19,6
CV (%)					12,11

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Conforme indica Vieira (1994; 1999) lotes de sementes de soja com CE entre 80-90 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ são considerados de alto vigor e lotes com CE maior que 150 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ são considerados impróprios para semeadura, esses resultados explicam os diferentes níveis de vigor encontrados neste trabalho.

O fator temperatura de secagem, no peso de mil sementes (PMS) para a Peneira 1 (Tabela 29) e Peneira 2 (Tabela 31), não apresentou interação significativa ($P > 0,01$) com os outros fatores, com isso os valores médios do efeito principal foram avaliados separadamente, e não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre o PMS das sementes provenientes das duas diferentes temperaturas de secagem para as duas peneiras avaliadas.

Analisando os dados a partir da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores tipo de armazém e tempo de armazenamento no PMS, para a Peneira 1 (Tabela 30) e Peneira 2 (Tabela 32), pode-se inferir que ao longo dos 240 dias de armazenamento as sementes armazenadas em câmara fria apresentaram maior PMS quando comparado à sementes armazenadas em armazém convencional.

Tabela 29. Valores médios encontrados do efeito principal isolado do PMS para Peneira 1, em gramas, na temperatura de secagem.

TEMPERATURA DE SECAGEM	PMS
	----- g -----
Alta Temperatura	138,25 A ¹
Baixa Temperatura	137,53 A
TESTE F	13,47 ^{NS}
DMS (5%)	0,76
CV (%)	1,24

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 30. Desdobramento dos valores médios do PMS para Peneira 1, em gramas, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- g -----				
Armazém Convencional	132,23 Bb ¹	132,75 Bb	131,78 Bb	136,41 Ba	138,66 Ba
Câmara Fria	141,37 Aab	141,91 Aab	139,70 Ab	142,70 Aa	141,38 Aab
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)					9,80**
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro Tempo de Armazenamento					1,71
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém					2,41
CV (%)					1,24

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 31. Valores médios encontrados do efeito principal isolado do PMS para Peneira 2, em gramas, na temperatura de secagem.

TEMPERATURA DE SECAGEM	PMS
	----- g -----
Alta Temperatura	165,48 ¹ A
Baixa Temperatura	166,43 A
TESTE F	3,48 ^{NS}
DMS (5%)	0,62
CV (%)	0,84

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS}Valor não significativo.

Tabela 32. Desdobramento dos valores médios do PMS para Peneira 2, em gramas, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- g -----				
Armazém Convencional	159,12 Bb ¹	159,30 Bb	158 Bb	165,52 Ba	165,92 Ba
Câmara Fria	170,73 Aab	171,67 Aa	168,78 Ab	171,80 Aa	170,52 Aab

TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)	24,47**
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento	1,4
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém	1,97
CV (%)	0,84

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A interação para o teste de Hipoclorito – Dano mecânico (HC-DM) entre os fatores analisados não foi significativa ($P > 0,01$) na Peneira 1 (Tabela 33) e Peneira 2 (Tabela 34), assim os valores médios dos efeitos principais isolados foram analisados separadamente.

Os resultados encontrados para a Peneira 1 (Tabela 33) e Peneira 2 (Tabela 34), a partir da diferença estatística ($P < 0,05$) dos valores médios encontrados dentro do fator temperatura de secagem, pode-se observar que sementes secadas em alta temperatura apresentaram maior porcentagem (13%; 10%) de dano mecânico quando comparado à sementes secadas em baixa temperatura (7%; 7%), para os demais fatores tipo de armazenamento e tempo de armazenamento os valores médios dos efeitos principais isolados não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$).

Ao analisar os dados referentes ao HC-DM pode-se inferir que em média as sementes de soja avaliadas apresentaram percentual de dano mecânico inferior a 10% corroborando com os resultados encontrados por Kryzanowsky et al. (2004).

Tabela 33. Valores médios encontrados do efeito principal do HC-DM para Peneira 1, em %, na temperatura de secagem, tipo de armazenamento e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	HC – DANO MECÂNICO
	----- % -----
Alta Temperatura	13 B ¹
Baixa Temperatura	7 A
TESTE F	15,61**
DMS (5%)	3,11
TIPO DE ARMAZENAMENTO	
Armazém Convencional	9 A
Câmara Fria	10 A
TESTE F	0,22 ^{NS}
DMS (5%)	3,11
TEMPO DE ARMAZENAMENTO	
0 Dias	9 A
60 Dias	10 A
120 Dias	10 A
180 Dias	11 A
240 Dias	9 A
TESTE F	0,25 ^{NS}

DMS (5%)	7,06
CV (%)	49,44

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F e ^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 34. Valores médios encontrados do efeito principal do HC-DM para Peneira 2, em %, na temperatura de secagem, tipo de armazenamento e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	HC- DANO MECÂNICO
	----- % -----
Alta Temperatura	10 B ¹
Baixa Temperatura	7 A
TESTE F	4,53*
DMS (5%)	3,13
TIPO DE ARMAZENAMENTO	
Armazém Convencional	8 A
Câmara Fria	9 A
TESTE F	0,44 ^{NS}
DMS (5%)	3,13
TEMPO DE ARMAZENAMENTO	
0 Dias	9 A
60 Dias	7 A
120 Dias	9 A
180 Dias	9 A
240 Dias	7 A
TESTE F	0,37 ^{NS}
DMS (5%)	7,11
CV (%)	58,69

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
^{NS}Valor não significativo 5% de probabilidade pelo teste F e *Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A interação para o teste de Tetrazólio (TZ) entre os fatores analisados não foi significativa ($P > 0,01$) na Peneira 1 (Tabela 35) e Peneira 2 (Tabela 36), assim os efeitos principais isolados foram analisados separadamente.

Avaliando os valores médios da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores temperatura de secagem, vigor, deterioração por umidade e dano por percevejo, na Peneira 1, pode-se inferir que sementes secadas em alta temperatura apresentaram maior vigor (93%) e maior dano causado por percevejo (11%) e as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram menor vigor (85%) e maior deterioração por umidade (61%). Para a interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores tipo de armazenamento, vigor e deterioração por umidade pode-se observar que sementes armazenadas em armazém convencional apresentaram menor vigor (87%) e maior deterioração por umidade (49%) quando comparado à sementes armazenadas em câmara fria. Na avaliação da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores

tempos de armazenamento, viabilidade e deterioração por umidade observa-se que ao longo dos 240 dias de armazenamento não houve perda de viabilidade do lote de sementes e apesar do altos valores encontrados para deterioração por umidade ao longo dos 240 dias de armazenamento o vigor do lote não foi afetado (Tabela 35).

Tabela 35. Valores médios encontrados do efeito principal isolado pelo TZ, em %, para Peneira 1, na temperatura de secagem, tipo de armazenamento e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	VIABILIDADE	VIGOR	DANO MECÂNICO ²	DETERIORAÇÃO UMIDADE	DANO PERCEVEJO
----- % -----					
Alta Temperatura	98 A ¹	93 A	1 A	28 A	11 B
Baixa Temperatura	99 A	85 B	1 A	61 B	7 A
TESTE F	0,80 ^{NS}	12,84 ^{**}	0,09 ^{NS}	128,72 ^{**}	4,70 [*]
DMS (5%)	0,93	4,42	0,25	6,06	3,55
TIPO DE ARMAZENAMENTO					
Armazém					
Convencional	98 A	87 B	1 A	49 B	11 A
Câmara Fria	99 A	91 A	1 A	40 A	8 A
TESTE F	3,20 ^{NS}	4,70 [*]	0,09 ^{NS}	8,34 ^{**}	2,89 ^{NS}
DMS (5%)	0,93	4,42	0,25	6,06	3,55
TEMPO DE ARMAZENAMENTO					
0 Dias	97 B	89 A	1 A	42 AB	7 A
60 Dias	99 A	91 A	1 A	38 A	10 A
120 Dias	100 A	89 A	1 A	54 B	8 A
180 Dias	100 A	87 A	1 A	43 AB	11 A
240 Dias	98 AB	89 A	1 A	47 AB	11 A
TESTE F	5,32 ^{**}	0,29 ^{NS}	1,30 ^{NS}	3,40 [*]	0,57 ^{NS}
DMS (5%)	2,11	10,03	0,58	13,76	8,07
CV (%)	1,43	7,53	30,83	20,66	58,95

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

² Dados transformados em $\sqrt{x + 1,0}$.

^{NS}Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, ^{*}Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e ^{**}Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Avaliando os valores médios da interação significativa ($P < 0,01$), na Peneira 2, entre os fatores temperatura de secagem, vigor, deterioração por umidade e dano por percevejo, pode-se observar que sementes secadas em alta temperatura apresentaram maior vigor (94%) e maior dano causado por percevejo (11%) e as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram menor vigor (89%) e maior deterioração por umidade (54%). Para a interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores tipo de armazenamento, vigor e deterioração por umidade observou-

se que sementes armazenadas em armazém convencional apresentaram menor vigor (88%) e maior deterioração por umidade (49%) quando comparado à sementes armazenadas em câmara fria. Na avaliação da interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores tempo de armazenamento e deterioração por umidade verificou-se que aos 120 dias as sementes apresentaram uma elevação na porcentagem de deterioração por umidade (44%) e ao final do período de 240 dias de armazenamento 46% das sementes apresentaram deterioração por umidade, entretanto apesar do aumento da porcentagem de deterioração a viabilidade e o vigor do lote de sementes permaneceram altos ao fim do período de armazenamento (Tabela 36).

Tabela 36. Valores médios encontrados do efeito principal do TZ, em %, da Peneira 2, na temperatura de secagem, tipo de armazenamento e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	VIABILIDADE	VIGOR	DANO MECÂNICO ²	DETERIORAÇÃO UMIDADE	DANO PERCEVEJO
----- % -----					
Alta Temperatura	99 A ¹	94 A	1 A	24 A	11 B
Baixa Temperatura	99 A	89 B	1 A	54 B	6 A
TESTE F	0,13 ^{NS}	8,54 ^{**}	0,10 ^{NS}	69,18 ^{**}	10,38 ^{**}
DMS (5%)	1,14	3,78	0,32	7,34	2,91
TIPO DE ARMAZENAMENTO					
Armazém					
Convencional	99 A	88 B	1 A	49 B	9 A
Câmara Fria	99 A	95 A	1 A	29 A	8 A
TESTE F	0,0 ^{NS}	15,32 ^{**}	0,42 ^{NS}	35,20 ^{**}	0,87 ^{NS}
DMS (5%)	1,14	3,78	0,32	7,34	2,91
TEMPO DE ARMAZENAMENTO					
0 Dias	98 A	91 A	1 A	39 AB	7 A
60 Dias	99 A	91 A	1 A	29 A	10 A
120 Dias	100 A	93 A	1 A	44 AB	8 A
180 Dias	99 A	91 A	1 A	38 AB	9 A
240 Dias	99 A	91 A	1 A	46 B	9 A
TESTE F	0,53 ^{NS}	0,31 ^{NS}	0,97 ^{NS}	2,98 [*]	0,60 ^{NS}
DMS (5%)	2,59	8,58	0,73	16,66	6,60
CV (%)	1,75	6,27	38,80	28,60	51,05

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

²Dados transformados em $\sqrt{x + 1,0}$.

^{NS}Valor não significativo, ^{*}Valor significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e ^{**}Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com França-Neto et al. (2018) em relação a classificação do nível de vigor, as sementes de soja referentes ao lote Peneira 1 e lote Peneira 2, são classificadas como sementes de vigor muito alto, pois ao final dos 240 dias de armazenagem apresentaram porcentagens de viabilidade e vigor maiores ou iguais a 90%.

A interação para a emergência de plântulas em campo (EC) não foi significativa ($P>0,01$) para Peneira 1, assim os valores médios do fator temperatura de secagem foram analisados separadamente, observou-se que as sementes secadas em baixa temperatura apresentaram menor percentual de EC quando comparado à sementes secadas em alta temperatura, indicando menor vigor do lote de sementes (Tabela 37).

Na interação significativa ($P<0,01$) entre os fatores na EC para a Peneira 1, a partir do desdobramento entre fatores tipo de armazém e tempo de armazenamento, pode-se observar que as sementes armazenadas no câmara fria apresentaram maior porcentagem de EC quando comparado à sementes armazenadas em armazém convencional durante o período de 240 dias de armazenamento (Tabela 38).

Tabela 37. Valores médios encontrados do efeito principal de EC para Peneira 1, em %, na temperatura de secagem.

TEMPERATURA DE SECAGEM	EMERGÊNCIA
	----- % -----
Alta Temperatura	76 A ¹
Baixa Temperatura	50 B
TESTE F	269,16**
DMS (5%)	3,22
CV (5%)	11,34

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 38. Desdobramento dos valores médios de EC para Peneira 1, em %, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
	----- % -----				
Armazém Convencional	53 Bbc ¹	59 Bb	51 Bbc	62 Ba	44 Bc
Câmara Fria	61 Ac	75 Aa	68 Ab	69 Aab	60 Abc
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)	4,83**				
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento	7,21				
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém	10,13				
CV (%)	11,34				

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A partir da interação significativa ($P<0,01$) entre os fatores na EC para a Peneira 2, o desdobramento mostrou que houve interação significativa ($P<0,01$) entre os fatores temperatura de secagem e armazenamento, verificou-se que sementes secadas em baixa temperatura

apresentam menores percentuais de EC quando comparado à sementes secadas em alta temperatura, indicando a diminuição vigor do lote ao longo dos 240 dias de armazenagem (Tabela 39).

Tabela 39. Desdobramento dos valores médios de EC para Peneira 2, em %, da interação significativa entre temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

TEMPERATURA DE SECAGEM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
Alta Temperatura	88 Ab ¹	89 Aa	89 Aa	89 Aa	89 Aa
Baixa Temperatura	54 Bb	58 Bb	58 Bb	60 Ba	51 Bb
TESTE F (Temperatura de Secagem x Tempo de Armazenamento)					7,82**
DMS (5%) Temperatura de Secagem dentro de Tempo de Armazenamento					6,38
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro da Temperatura de Secagem					8,98
CV (%)					8,63

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

O desdobramento entre fatores mostrou que houve interação significativa ($P < 0,01$) entre tipo de armazém e tempo de armazenamento, observou-se que no tempo 0, indiferente o tipo de armazém, as sementes apresentaram o mesmo percentual estatístico de EC, porém as sementes armazenadas em armazém convencional apresentaram queda percentual de EC aos 120 dias, terminado o período de 240 dias de armazenagem com 57% de EC, indicando baixo vigor quando comparado à sementes armazenadas em câmara fria, que em nível estatístico a partir dos 60 dias de armazenagem não houve variação de índices de EC até o fim do período de armazenagem, 240 dias, concluindo que sementes armazenadas em câmara fria conseguem manter o vigor por maior período de tempo (Tabela 40).

Tabela 40. Desdobramento dos valores médios de EC para Peneira 2, em %, da interação significativa entre tipo de armazém e tempo de armazenamento.

TIPO DE ARMAZÉM	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	60	120	180	240
Armazém Convencional	63 Ab ¹	72 Ba	63 Bb	76 Ba	57 Bb
Câmara Fria	79 Ab	85 Aa	84 Aa	88 Aa	83 Aa
TESTE F (Tipo de Armazém x Tempo de Armazenamento)					5,64**
DMS (5%) Tipo de Armazém dentro de Tempo de Armazenamento					6,38
DMS (5%) Tempo de Armazenamento dentro de Tipo de Armazém					8,98
CV (%)					8,63

¹Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Camilo et al. (2017) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento encontrou valores para EC semelhantes ao deste trabalho, confirmando a condução correta do experimento.

6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados pode-se concluir que:

1. Sementes de soja secadas usando o sistema em baixa temperatura dentro do silo estacionário apresentaram alta qualidade fisiológica ao final do processo.
2. Sementes de soja secadas em alta temperatura apresentaram melhor qualidade fisiológica ao final da passagem pela linha de beneficiamento de sementes quando comparado às sementes de soja secadas em baixa temperatura, nos dois tipos de peneira.
3. Sementes de soja secadas em alta temperatura, quando armazenadas em câmara fria apresentam melhor qualidade fisiológica ao longo dos 240 dias de armazenamento, quando comparado às sementes de soja secadas em baixa temperatura.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de soja secadas em baixa temperatura avaliadas neste trabalho, não apresentaram estabilidade para garantir uma qualidade de semente alta ao final do processo, no primeiro ano (safra 2017/2018) a alta qualidade de sementes foi comprovada, entretanto, no segundo ano (safra 2018/2019) o equipamento apresentou problemas de desuniformidade na distribuição do fluxo de ar e secagem e problemas de condensação dentro do silo estacionário.

Esperava-se que a secagem de sementes de soja em baixa temperatura iria proporcionar o benefício de secar e ao mesmo tempo conservar a qualidade fisiológica das sementes, porém, foi observado nos experimentos ao longo do beneficiamento e armazenamento que a qualidade foi menor quando comparado a as sementes secadas em alta temperatura.

Os dois diferentes tamanhos de peneiras avaliados apresentaram resultados similares para a maioria dos testes.

Ficou comprovado que a linha de beneficiamento através dos equipamentos de homogeneização e padronização conseguiu melhorar a qualidade final dos lotes de sementes de soja.

Comprovou-se que a câmara fria quando comparada ao armazém com condição não controlada, manteve a alta qualidade das sementes de soja por maior tempo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACASIO, A.U. **Handling and storage of soybeans and soybean meal**. Disponível em <<http://www.asasea.com/technical/ft35-1997.html>>. Acesso em: 19 Fev. 2019.
- ALENCAR, E. R. DE; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F. DE; FERREIRA, L. G.; MENEGHETTI, M. R. Qualidade dos grãos de soja em função das condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, v.16, p.155-166, 2008.
- ALMEIDA, F.A.C.; HARA, T.; MATA, M.E.R.M. **Armazenamento de sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB, 1997. 291p.
- AMARAL, D. R; DOBIS, F. S; CARVALHO, T. C. de. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava-PR, v.11, n.2, p.43-52, may-aug., 2018.
- AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. (Contribution, 32).
- ATHIÉ, I.; CASTRO, M.F.P.M.; DE, GOMES, R.A.R.; VALENTINI, S.R.T. **Conservação de grãos**. Fundação Cargill, Campinas 1998.
- 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.
- AZEVEDO, M. R. DE Q. A.; GOUVEIA, J. P. G. DE; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. DE P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.519- 524, 2003.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BARBOSA, J.C.; MALDONADO-JUNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2015. 396p.
- BAUDET, L.M.L.; VILLELA, F.A.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem. **Seed News**, Pelotas, s/v, n.10, 1999. p.20-27.
- BEWLEY, J. Derek; BLACK, Michael. **Seeds: physiology of development and germination**. Springer Science & Business Media, 2013.
- BIAGGI, J.D.; BERTOL, R.; CARNEIRO, M.C. **Secagem de grãos para unidades centrais de armazenamento**. IN: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. (Org). Armazenagem de grãos. Campinas-SP: Instituto Bio Geneziz (IBG), 2002, p 289-308, V.1
- BORGES, J. W. M.; MORAES, E. D.; VIEIRA, M. G. Efeitos do beneficiamento sobre a viabilidade de semente de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasi2lia, v. 13, n. 2, p. 135-138, 1991.

BRASIL. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013:** Padrão para Produção e Comercialização de Sementes de Soja. Brasília: D.O.U., 2013. 38p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 2009. 399p.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 18 de Fev. de 2019.

BRASMAX. **Descrição de cultivares Região Cerrado.** Disponível em: <<http://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-cerrado/?produto=258>> Acesso em: Fev. 2019.

BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 450p.

CALHEIROS, V. S. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas sob diferentes condições.** 2014. 45 p. Tese – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

CAMILO, G. L.; Castellanos, C. I. S.; Suñé, A. S.; Almeida, A. S.; Soares, V. N.; Tunes, L. V. M. . Qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento após revestimento com agroquímicos. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa , v. 40, n. 2, p. 180-189, jun. 2017.

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

CARVALHO, M.L.M.; SILVA, W.R. Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,1994. v.29, n.9, p.329-332.

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

CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar.** 1996. 85f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Esalq-USP. Piracicaba, 1996. 85f.

CERQUEIRA, W.P.; COSTA, A.C. Influencia da umidade inicial de armazenamento sobre qualidade fisiológica de soja. **Revista Brasileira de Armazenamento.** v.6, n.2. p.35-40, 1981.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** - V. 1, N.1 (2018-) - Brasília: Conab, 2018-v.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectiva para a agropecuária, Volume 7, safra 2019/2020.** Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 2 de julho. 2020.

DANIELL, J.W.; CHAPPELL, W.E.; COUCH, H.B. Effect of sublethal and lethal temperatures on plant cells. **Plant Physiology**, v.44, p.1684-1689, 1969.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

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

ELIAS, M.C. **Tecnologias para o armazenamento e conservação de grãos, em médias e pequenas escalas**. 3.ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel. 2002. 218p.

FERREIRA, R. L. **Etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de milho**. 2010. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2010.

FERREIRA, V.F. **Qualidade de sementes de milho colhidas e despalhadas com altos teores de água**. 2012. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2012.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por "umidade" e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. **Rev. bras. sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 123-133, Sept. 2010 .

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2018.

FRANÇA-NETO, J.B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

FRANÇA-NETO, J. D. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; DE PÁDUA, G. P. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2010.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p.

FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; CECON, P.R.; REIS, M.S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.94-101, 2000.

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.603-608, 2004.

GIOMO, G. S.; RAZERA, L. F.; GALLO, P. B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantina**, Campinas, v.63, n.2, p.291-297, 2004.

HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, v.30, n. 1, p. 1-10, 2002.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour test methods**. Zürich: ISTA, 1995, 117p.

HARRINGTON, J.F. Packaging seed for storage and shipment. **Seed Science and Technology**, v.1, n.3, p.701-709, 1973.

HELLEVANG, K.J. **Grain drying**. Fargo: North Dakota State University, 1994.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Documentos, 264).

KRYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15- 50, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.F.; COSTA, N.P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 2004. 4p. (Circular Técnica, 37).

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, 1988, p.37-53.

MARCOLD, GROUP. **Dry Cooler Seeds Refrigeratori per sementi**. Disponível em: <<https://www.marcoldgroup.it/refrigeratori-cereali-sementi/linea-dry-cooler-seeds>>. Acesso em: 20 de Fev. 2019a.

MARCOLD, GROUP. **Preciso controllo della Temperatura e dell'Umidità dell'aria trattata**. Disponível em: <<http://www.marcoldgroup.it/approfondimenti-dry-cooler-seeds/preciso-controllo-della-temperatura-e-dellumidita-dellaria-trattata>>. Acesso em: 20 de Fev. 2019b.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.133-150.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARCOS-FILHO, J. Potencial fisiológico determina qualidade de sementes. **Visão Agrícola**, 2006. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-sementes01.pdf>>. Acesso em: 19 Fev. 2019.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3. (1-24).

DE MENDONÇA LOPES, 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, 2011.

MIRANDA, L.C.; SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2097-2108, 1999.

MOREANO, T. B.; BRACCINI, A. de L. e; SCAPIM, C. A.; FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARQUES, O. J.; **Evolução da qualidade física de sementes de soja durante o beneficiamento**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 23, n. 3, p. 25-31, dez. 2013.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2. p.1-21.

NAPLAVA, V.; WEINGARTMANN, H.; BOXBERGER, J. Quality research of seed maize during drying and conditioning. 1. **Mechanical damage**. *Bodenkultur*, Vienna, v. 45, n. 4, p. 333-348, 1994.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO - OECD. **Crop production (indicator)**. França: OECD, 2018. doi: 10.1787/49a4e677-em. Disponível em <www.oecd.org>. Acesso em: 1 jul 2020.

PACHECO, C. A. P.; CASTOLDI, F. L.; ALVARENGA, E. M. Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 267-270, 1996.

PEREIRA, C. E.; ALBUQUERQUE, K. S.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz ao longo da linha de beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2995-3001, 2012.

PETERSON, J. M.; PERDOMO, J. A.; BURRIS, J. S. Influence of kernel position, mechanical damage and controlled deterioration on estimates of hybrid maize seed quality. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 23, n. 3, p. 647-657, 1995.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. p.157.

ROBERTS, E.H. Quantifying seed deterioration. In: McDONALD, M.B.; NELSON, C.J. **Physiology of seed deterioration**. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, p.101-123, 1986. (Special Publication, 11).

SALINAS, A.R.; SANTOS, O.S.B.; VILLELA, F.A.; SANTOS FILHO, B.G.; SOUZA SOARES, L.A.; OLIVEIRA, M.F. Fisiologia da deterioração em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) durante o armazenamento. **Revista Científica Rural**. v.3, n.2 p.106-118, 1998.

SILVA, J.S.; QUEIROZ, D.M.; SOUSA, F.F. Estudo da secagem em camada espessa. In: SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. p.139-167.

SILVA, R. P.; ROSA, T. I.; DEVILLA, I. A.; REZENDE, C. R.; SILVA, C. G. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max.* L.) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**. 2011; 32 (4): 1219-1229.

SMANIOTTO, T. A. D. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A.; DE OLIVEIRA, D. E.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453.

TEIXEIRA, G.V. **Avaliação das perdas qualitativas no armazenamento de soja**. 2001. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), UNICAMP. Campinas, 2001.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Accumulation of seed vigour during development and maturation. In: ELLIS, R.H; BLACK, M.; MURDOCH, A.J. (Eds.). **Proceedings of the fifth INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS**. p.369-384, 1995.

TRZECIAK, M.B. **Formação de sementes de soja: aspectos físicos, fisiológicos e bioquímicos**. 2012. 131f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ, Piracicaba, 2012.

UHDE, SHIRLEI. **Qualidade de sementes de soja avaliadas pelo teste de tetrazólio: estudo de caso na empresa Dimicron**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

USDA - United States Department of Agriculture. **Feed Grains: Yearbook Tables**. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables.aspx#26773>>. Acesso em: 18 Fev. 2019.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.31-47.

WEBER, É.A. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. Panambi: Edição do autor, 2005. 586p.

YANUCCI, D. **Aireación y refrigeración**: en la post-cosecha de granos y semillas. Libro de actualización técnica n° 7. Buenos Aires: Consulgran, 2007. 165p.

9. ANEXOS



Figura 1A: Vista da Unidade de Beneficiamento de Sementes utilizadas neste trabalho.

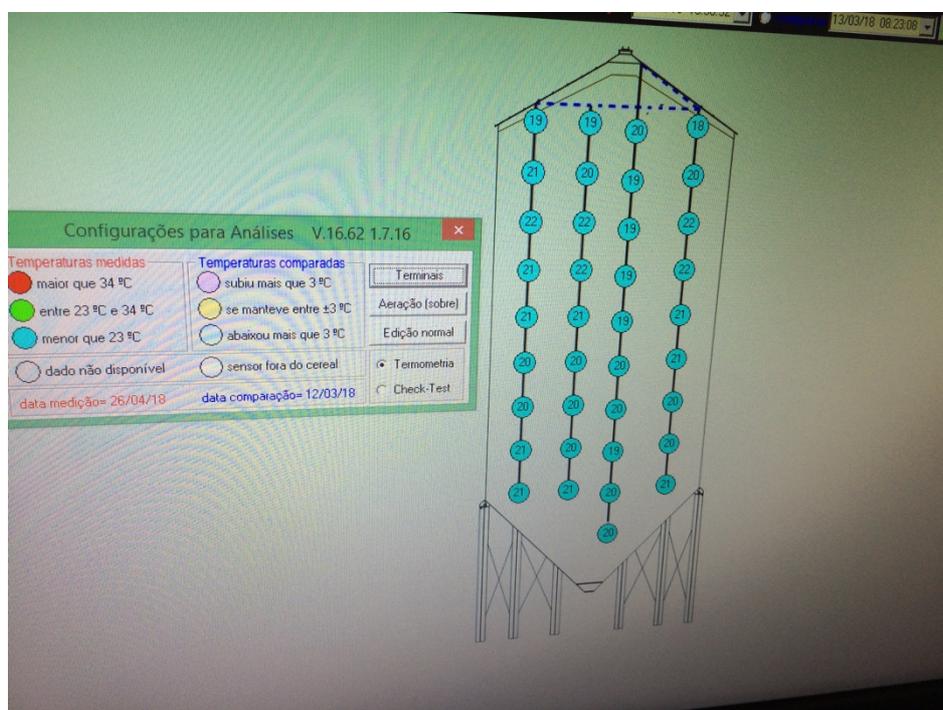


Figura 2A - Sistema de telemetria dentro do silo estacionário usado para secagem de sementes de soja em baixa temperatura, a cor azul indica que a temperatura de secagem estava menor que 23 °C, variando entre 19 a 22 °C.



Figura 3A – Histórico dos parâmetros do sistema de secagem em baixa temperatura.