

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FERNANDA LARA LEDERER

ARMAZENAMENTO DE GRÃOS DE SOJA SEM E COM DEFEITOS

PONTA GROSSA

2025

FERNANDA LARA LEDERER

ARMAZENAMENTO DE GRÃOS DE SOJA SEM E COM DEFEITOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção do título de Engenheira
Agrônoma, Universidade Estadual de Ponta
Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cláudio Garcia

PONTA GROSSA

2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COLEGIADO DO CURSO DE AGRONOMIA
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OTCC - Ano 2025

AVALIAÇÃO DE TCC

RELATÓRIO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Monografia: Armazenamento de grãos
de soja sem e com defeitos.

Autor (a): fernanda Lara Lederer

Data da defesa: 28/04/2025 Horário: 8:00 Local: FJ3

Avaliadores:

1-Orientador (a): Luiz Claudio Garcia Assinatura: [assinatura]

2-Avaliador (a): Emmano Elen L. Soares Assinatura: [assinatura]

3-Avaliador (a): Pesq / L. Wern, W. N. A. Assinatura: [assinatura]

Itens a serem avaliados	Notas atribuídas		
	Orientador(a)	1º Avaliador(a)	2º Avaliador(a)
I- Apresentação oral (Até 2,0)	1,5	2,0	1,5
II- Trabalho escrito (Até 6,0)	4,5	4,0	5,0
III- Arguição (Até 2,0)	1,5	2,0	1,5
TOTAL	7,5	8,0	8,0
MÉDIA FINAL *	<u>7,8 + 0,2 (trabalho apresentado) = 8,0</u>		

* Orientador(a) nota final com uma casa após a vírgula

Atenção Professor(a) ORIENTADOR(A):

No caso de apresentação de trabalho, em evento técnico-científico, no qual o acadêmico conste como autor, poderá ser acrescentado ATÉ 10% da nota, na somatória final. Apresentar comprovante junto com os documentos entregues para a Coordenação de TCC.

FORMULÁRIO 4
OTCC
AGRONOMIA

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida e por estar presente comigo, mostrando que o tempo Dele é diferente do meu e que no tempo Dele tudo é maravilhoso. Por me fazer acreditar que mesmo com tempestades, um dia o sol iria brilhar na minha janela.

Aos meus queridos pais, Juarez e Luci, pelo carinho, apoio, ensinamentos da vida, por me acolherem em momentos difíceis, sempre acreditando no meu potencial tornando os meus sonhos também sonhos deles e me motivando mesmo quando eu não tinha mais energia para estudar. Diversas vezes não se pesavam em me ajudar quando eu mais precisava. São meus maiores exemplos de determinação, que trabalham de sol à chuva para que nossos sonhos se realizem. Também me fizeram acreditar que eu poderia conquistar tudo o que eu almejasse, que não deveria sentir vergonha em ter caído na trajetória, mas que eu pudesse ter forças para recomeçar quantas vezes fosse necessário.

À minha família, pelo carinho e amor.

Ao meu namorado, que esteve ao meu lado e deixou essa fase mais leve.

Aos meus amigos mais próximos, que multiplicaram alegrias e também dividiram tristezas durante a graduação.

Aos grupos esportivos, que me apoiaram em especial na corrida, que foi um grande refúgio no momento mais desafiador da minha vida, que me fez sentir viva e ser grande combustível para eu enfrentar as adversidades e profundezas do universo acadêmico, me transformando em atleta amadora.

Ao meu orientador, Luiz Cláudio Garcia, por todo conhecimento proporcionado e pela disposição em me auxiliar sempre que necessário.

À minha banca, por aceitar fazer parte deste momento importante da minha vida acadêmica.

Ao professor Wilson Story Venâncio, que me proporcionou o primeiro estágio na área de pesquisa e agronomia na EEACG.

À Cooperativa Agroindustrial Frisia™ e seus colaboradores, pelo espaço proporcionado para a realização do experimento e a disponibilidade de tempo.

À Fundação Araucária, pela bolsa de iniciação científica.

À UEPG, pelo ensino gratuito e de qualidade.

“It's when you believe it, before you can see it.”

(Jordan Feliz, “Faith”, 2017)

RESUMO

No Brasil, geralmente ocorre a colheita de soja (*Glycine max*) no verão. Neste período do ano, há um índice de umidade elevado pelas precipitações, diretamente ligado à qualidade do grão. A umidade influencia na atividade biológica do grão e na multiplicação de microrganismos que causam prejuízos e interferem no armazenamento e qualidade destes. Objetivou-se com este experimento determinar as características de grãos de soja sem e com defeitos causados pela umidade excessiva na colheita, em 120 dias de armazenamento. O delineamento experimental escolhido foi inteiramente aleatorizado, com 09 tratamentos e 03 repetições. Os tratamentos consistiram em armazenamento de soja sem e com defeitos nos períodos de zero, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias. As repetições foram compostas por 1,0 kg de grãos de soja. Para preparação das amostras sem defeitos foram retirados todo e qualquer dano registrado na legislação, sendo os grãos umidificados a 25% base úmida (Bu) e em seguida secos em estufa até 14% Bu. Já para se obter amostras com grãos defeituosos foram retirados todo e qualquer dano registrado na legislação, sendo as amostras umidificadas a 25% Bu, ficando 14 dias nesta condição para potencializar a ocorrência de avarias causados pela umidade, para só depois deste período os grãos serem secos em estufa até 14% Bu. Concluiu-se que a soja sem defeitos pode ser comercializada por todo período de armazenagem analisado, já os grãos com defeitos foram classificados como “fora de tipo” para comercialização do início ao fim do experimento.

Palavras-chave: *Glycine max*; classificação; mofados; fermentados.

ABSTRACT

In Brazil, soybean (*Glycine max*) is usually harvested in the summer. At this time of the year, there is a high moisture index due to rainfall, directly linked to the quality of the grain. Humidity influences the biological activity of the grain and the multiplication of microorganisms that cause damage and interfere in their storage and quality. The objective of this experiment was to determine the characteristics of soybeans without and with defects caused by excessive moisture at harvest, in 120 days of storage. The experimental design was completely randomized, with 09 treatments and 03 replications. The treatments consisted of storage of soybeans without and with defects in the periods of zero, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120 days. The replicates were composed of 1.0 kg of soybeans. To prepare the samples without defects, any and all damage recorded in the legislation were removed, and the grains were humidified at 25% wet base (Bu) and then dried in an oven up to 14% Bu. To obtain samples with defective grains, any and all damage recorded in the legislation was removed, and the samples were humidified at 25% Bu, staying 14 days in this condition to enhance the occurrence of damage caused by humidity, and only after this period the grains were dried in an oven up to 14% Bu. It was concluded that soybeans without defects can be marketed for the entire storage period analyzed, while grains with defects were classified as "out of type" for commercialization from the beginning to the end of the experiment.

Keywords: *Glycine max*; classification; Moldy; Fermented.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVOS GERAIS	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA	9
3.2 FATORES QUE LIMITAM A PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	12
3.3 ARMAZENAMENTO DA SOJA	14
3.3.1 Umidade	16
3.3.2 Impurezas	16
3.3.3 Peso hectolitro	16
3.3.4 Avariados.....	177
3.3.5 Ardidos	17
3.3.6 Mofados	17
3.3.7 Fermentados	17
3.3.8 Quebrados.....	188
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6 CONCLUSÃO.....	28
7 REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A produção de soja possui grande importância econômica mundial, devido a versatilidade dessa cultura, permitindo a sua utilização na produção de bicompostíveis, alimentação humana e animal, in natura, óleo, farelo de soja, dentre outros. Destaca-se que o consumo dos grãos vem crescendo ao longo dos anos, dado estabilidade a comercialização em escala mundial. A commodity atrai interesse principalmente por possuir alto teor de óleo e proteína.

No cenário brasileiro, o cultivo de soja tem obtido grande evolução na produção e exportação dos grãos. Além disso, possui relevância no desenvolvimento de áreas agrícolas e na geração de empregos. Tal situação é possibilitada devido ao uso de tecnologias, técnicas de manejo avançadas e preço rentável. Os riscos de produção estão relacionados a fatores climáticos e ocorrência de organismos indesejados.

A sazonalidade da produção de soja e a demanda constante do consumo levam a necessidade de armazenar os grãos. Dessa forma, estabelecem-se desafios relacionados à qualidade do produto, visto que umidade e temperaturas elevadas propiciam a multiplicação de fungos, elevando a atividade respiratória dos grãos, além de comprometer a conservação no decorrer do tempo.

O armazenamento dos grãos de soja possui o propósito de reduzir perdas dos grãos ao longo do tempo da operação. Para isto, os grãos devem ser classificados no recebimento. Os teores de impureza e umidade são adequados ao processo de armazenagem e as avarias para delimitar a qualidade do produto e se o mesmo pode ou não ser comercializado.

A umidade dos grãos afeta para o acontecimento de perdas durante a colheita mecanizada de soja, significativamente quando a colheita dos grãos é realizada em umidade mais alta (Pereira Filho *et al.*, 2021). Neste sentido, o manejo e fatores do tempo podem afetar a qualidade dos grãos e sua tipificação, sendo a precipitação prolongada, após o ponto de colheita, um ponto relevante que pode alterar a classificação dos grãos.

Assim, objetivou-se com este experimento determinar as características de grãos de soja sem e com defeitos causados pela umidade excessiva na colheita, em 120 dias de armazenamento. As variáveis analisadas foram: impurezas, umidade, peso hectolitro, grãos quebrados, mofados, fermentados e avariados totais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se com este experimento determinar as características de grãos de soja sem e com defeitos causados pela umidade excessiva na colheita, em 120 dias de armazenamento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar os objetivos gerais, foi necessário analisar as seguintes variáveis: impurezas e matérias estranhas, umidade, peso hectolitro, classificação (partidos, quebrados, amassados, mofados, fermentados e total de avariados).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max*), se originou no leste asiático, é uma leguminosa pertencente, à família Fabaceae, à subfamília Papilionoideae, à tribo Phaseoleae. A semente é dividida em três partes: tegumento, eixo embrionário e cotilédono. É uma planta com germinação epígea da semente, herbácea, possui hábito de crescimento ereto a prostrado, tipo de crescimento indeterminado, semideterminado ou determinado, é uma planta anual e apresenta reprodução autógama, com flores de coloração branca ou roxa (Nepomuceno *et al.*, 2021).

De acordo com Müller (1981), alguns atributos são influenciados por conta da altura que varia entre 30 e 200 cm, podendo afetar na abundância de ramificações e outras características, como também no ciclo de vida que normalmente é em torno de 75 a 200 dias (desde as mais precoces até as mais tardias). Para uma maior compreensão de manejo desta cultura, a Tabela 1, apresenta os estágios fenológicos da soja.

No contexto de importância nutricional e econômica, a soja é considerada uma das principais commodities brasileiras, destaca-se mundialmente em importância no comércio. Na safra 2023/24, os agricultores brasileiros cultivaram uma área de aproximadamente 46.148,8 mil ha, com produção de 147.718,7 mil toneladas de grãos. A produção esperada para 2024/25 é de 166.013,8 mil toneladas, em uma área de 47.450,6 mil ha. No ano de 2024, foi preciso aumentar as exportações para 204 mil toneladas e reduzir importações de 78 mil toneladas de grãos de soja. A produção esperada para 2024/25 é de 166.013,8 mil toneladas (CONAB, 2024).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja em grão, além disso é o terceiro maior consumidor de farelo de soja, posterior à China e Estados Unidos. Os maiores produtores nacionais são: Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul, isso se dá após o fechamento da safra 2023/24 (Coêlho, 2024). Ainda que o Brasil seja destaque na produção e exportação de soja, além de possuir elevada tecnologia e armazenamento disponível para o beneficiamento dos grãos, o país tem seus desafios devido às limitações de logística no escoamento, distribuição e exportação das suas safras (Leite *et al.*, 2022).

Tabela 1 - Estádios fenológicos da cultura da soja.

Estádios	Denominação	Descrição
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotiledonar	Folhas unifolioladas desenroladas o suficiente para que as bordas das folhas não sejam tocadas
V1	Primeiro nó	Folhas totalmente desenvolvidas em nós unifoliolados
V2	Segundo nó	Primeira folha trifoliolada totalmente desenvolvida
V3	Terceiro nó	Segunda folha trifoliolada totalmente desenvolvida
Vn	Enésimo nó	Ante-enésima folha trifoliolada totalmente desenvolvida
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em algum nó do caule
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta em um dos dois últimos nós do caule
R3	Começo do desenvolvimento da vagem	Vagem em um dos quatro últimos nós da haste principal com folha desenvolvida, 5mm de comprimento
R4	Vagem totalmente desenvolvida	Vagem em um dos quatro últimos nós da haste principal com folha desenvolvida, 2cm de comprimento
R5	Início do enchimento do grão	Grão em um dos quatro últimos nós da haste principal e com folha desenvolvida, 3mm de comprimento em vagem
R6	Grão verde ou vagem completa	Uma vagem completando as cavidades da vagem de um dos quatro últimos nós da haste principal
R7	Início da maturação	Uma vagem na haste principal com coloração madura
R8	Maturação plena	95% das vagens com coloração madura

Fonte: FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Iowa: Iowa State University, 1977.

3.2 FATORES QUE LIMITAM A PRODUTIVIDADE DA SOJA

A periodicidade e a expressividade de eventos climáticos, de maneira crítica, como ciclones, tempestades, furacões e inundações, são afetadas pelas mudanças do clima. Tais acontecimentos podem ocasionar perdas em plantações, colheitas e também infraestrutura agrícola, ocasionando em vulnerabilidade alimentar (Assad; Assad, 2024).

Em regiões onde a primavera ocorre após períodos de seca, é importante esperar que as primeiras chuvas restabeleçam a umidade do solo antes de iniciar a semeadura da soja. Normalmente, é mais seguro semear com o solo úmido, em vez de apostar em chuvas que podem ou não acontecer nos próximos dias (EMBRAPA, 2021). Percebe-se que médias mais elevadas de temperaturas no solo podem comprometer a germinação das sementes, de maneira direta, por conta da escaldadura das sementes, ocasionada pelas médias de grau térmico elevado, em época de maior irradiação solar intensificando o desenvolvimento da cultura da soja nos estádios fenológicos (Ferreira *et al.*, 2024).

A utilização de dejetos de animais para realizar a adubação potencializa as características químicas do solo, a adubação feita com cama de aves reduz a acidez do solo, elevando o fornecimento de potássio e fósforo, além da quantidade de carbono em relação a adubação mineral realizada na linha e a lanço (Silva, 2025). A deficiência de P e Mg favorecem a existência de fitoparasitas na cultura da soja, o gênero *Helicotylenchus* spp., não está relacionado a danos expressivos na cultura da soja, mas na abertura de entrada para outros patógenos como fungos e bactérias (Oliveira *et al.*, 2023). A calagem apresenta-se eficiente na formação quantidade de nós produtivos, em especial quando realizada em doses elevadas e próxima da superfície (Silva, 2025).

A escolha da cultivar influencia no aumento do potencial produtivo. Dessa forma, selecionar plantas com altura adequada e número maior de vagens por planta, contribui para um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e das condições ambientais, favorecendo o rendimento da cultura (Schneiders, 2025). As cultivares de estatura mais elevada apresentam mais sensibilidade ao acamamento (Kohler *et al.*, 2025). De acordo com Bessa *et al.* (2023), grãos de soja com significativa danificação por percevejo no campo afetam a qualidade sanitária, devido ao alto teor de água e temperatura ao longo do armazenamento ocasionando a presença de fungos nos grãos. Destaca-se que a melhor época para a colheita é de até 21 dias após o estágio R8, reduzindo a qualidade, a germinação e o vigor da soja, além de aumentar o grau de deterioração devido ao atraso na colheita (Vieira *et al.*, 1982).

A diminuição dos prejuízos econômicos causados pelos estresses bióticos e abióticos na produção de soja possibilitaria o aumento do fluxo de capital em polos agrícolas, a capitalização de produtores e a criação de investimentos para revigorar o agronegócio, o que poderia favorecer o desenvolvimento socioeconômico de regiões e municípios produtores de soja (Hirakuri, 2021).

3.3 ARMAZENAMENTO DA SOJA

O armazenamento de grãos de soja tem como função preservar as qualidades iniciais do produto e reduzir a deterioração. A colheita e o processamento podem ocasionar danos às sementes que prejudicam sua qualidade diretamente ou no processo de armazenamento (Cardoso *et al.*, 2024). As perdas pelo processamento manual e por meio do armazenamento limitam os agricultores da oportunidade de aumentar a rentabilidade pelos preços de mercado com os produtos processados (ABASS *et al.*, 2014).

No Brasil, a classificação e a tipificação comercial da soja estão baseadas nas Instruções Normativas nº 11 de 15 de maio de 2007, do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA). A umidade base úmida deverá ser obrigatoriamente determinada, sendo recomendado o percentual máximo de 14%.

A classificação divide os grãos em grupo I (soja destinada ao consumo in natura) e grupo II (soja destinada a outros usos). Os limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para o tipo padrão da soja do Grupo II são: 8,0% de avariados (4,0% de ardidos e queimados, 1,0% de queimado e 6,0% de mofados), considerados defeitos graves; 8,0% de esverdeados; 30% de partidos, quebrados e amassados; 1,0% de matérias estranhas e impurezas, considerados defeitos leves (Figura 1). Deve ser classificado como “fora de tipo” a soja que não atender, em um ou mais aspectos, às especificações de qualidade previstas (MAPA, 2007).

Destaca-se no processo de armazenagem a importância da qualidade dos grãos, fatores como pragas, que danificam os grãos e fungos capazes de produzir micotoxinas prejudiciais ao homem e animais (Wenneck *et al.*, 2021). A classificação dos grãos de soja é dividida nas seguintes etapas (MAPA, 2007):

O produto deve estar nas condições necessárias para ser avaliado, a amostra deve ser homogeneizada, pelo processo de quarteamento reduzi-la, para a obtenção da amostra de trabalho, esta, no mínimo 0,125 kg, posteriormente pesada em balança aferida e registrar o peso obtido para calcular os percentuais de tolerância pela normativa. O resto da amostra usada na classificação de 1,0 kg, deve obter-se uma subamostra, para amostrar a umidade, da qual irá remover matérias estranhas e impurezas, através do quarteamento.

Após a obtenção da amostra de trabalho, é utilizada uma peneira, realizando movimentos uniformes e circulares durante 30 segundos, a peneira deve ser de crivos circulares de 3,0 mm de diâmetro. Deve-se considerar: vagens não debulhadas como impurezas; película permanecida na peneira não é impureza; matérias estranhas e impurezas permanecidas na

peneira, devem ser catadas manualmente adicionando-se às outras que passaram da peneira, determinando o percentual e registrando os valores no laudo de classificação.

Figura 1- Defeitos graves (queimados, ardidos e mofados) e defeitos leves (fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos) em grãos de soja.



Fonte: OLIVEIRA, Marcelo Álvares de; LORINI, Irineu; FRANÇA-NETO, José de Barros; HENNING, Fernando Augusto. **Armazenamento do grão de soja com qualidade: princípios importantes a serem observados.** Londrina, PR: Embrapa Soja, jul. 2023. Circular Técnica 196. ISSN 2176-2864.

Para determinar os defeitos o peso da amostra aferido deve ser isento de matérias estranhas e impureza, registrando os valores obtidos no laudo, que será usado para calcular a porcentagem de defeitos. Além disso, separar os grãos avariados, de acordo com os critérios a seguir: deverá ser feito um corte transversal no grão de soja sempre que surgir dúvida em relação a qualquer defeito; ; grãos manchados com mancha de café ou mancha púrpura não são considerados defeitos se o grão apresentar mais de um defeito, será válido o defeito mais grave, de acordo com a sequência queimados, ardidos, mofados, fermentados, esverdeados, germinados, danificados/picados, imaturos, chochos, partidos e quebrados/amassados (MAPA, 2007).

Para uma melhor compreensão das variáveis estudadas, a seguir encontra-se algumas definições pertinentes ao assunto abordado.

3.3.1 Umidade

A umidade é a porcentagem de água que está na amostra do produto livre de matérias estranhas e impurezas, estipulada por um por aparelho ou método oficial que oferece resultado correspondente. (MAPA, 2007). De acordo com Alencar *et al.* (2009), a agregação de temperaturas mais elevadas e água estimulam o processo de deterioração dos grãos de soja armazenados. Além disso, na temperatura de 40 °C apenas grãos com teor de água.

Os estudos realizados por Zeymer (2021), ressaltam que os grãos de soja com elevados níveis de umidade contribuíram para um aumento expressivo na taxa de respiração. Como consequência, durante o armazenamento, houve uma perda mais acentuada de matéria seca. A elevação da temperatura do ar de secagem de 40 para 80 °C influencia na redução da qualidade final dos grãos de soja (Botelho *et al.*, 2015).

3.3.2 Impurezas

As impurezas são vagens não debulhadas são consideradas impurezas (MAPA, 2007). Os grãos com taxas mais elevadas de impureza apresentam menor taxa de resfriamento em comparação aqueles com que tem menor teor de impurezas, isso ocorre devido ao fluxo da resistência da massa de ar apresentada (Ferreira Júnior *et al.*, 2024).

De acordo com Lima (2021), o atraso na colheita e a presença de impurezas nos grãos de soja armazenados intensificam o processo de deterioração dos grãos. Em comparação aos grãos sem impurezas, os grãos que possuem impurezas têm quantidade de proteínas e extrato etéreo reduzido de soja.

3.3.3 Peso hectolitro

Com base nos estudos de Slim *et al.* (2025), o peso hectolitro corresponde a um dos parâmetros para expressar indiretamente a qualidade dos grãos. Um estudo feito por Faroni *et al.* (2009), em relação à massa específica aparente da soja armazenada com 13,3% e com 17,4% de teor de água, mostrou que não houve variação significativa durante o período de armazenamento dos grãos.

3.3.4 Avariados

Avariados são grãos ou pedaços de grãos que se apresentam queimados, ardidos, mofados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos (MAPA,2007). De acordo com Paduch (2022), o teor de avariados é um fator que influencia negativamente a proteína solúvel da soja.

3.3.5 Ardidos

Grãos ardidos são pedaços de grãos ou grãos inteiros que se apresentam fermentados visivelmente e com coloração escura afetando a polpa ou marrom, os grãos queimados pelo processo de secagem são incluídos neste defeito (MAPA, 2007).

Nos estudos de a fração de grãos ardidos e queimados mostrou resultados expressivos, que resultaram negativamente na qualidade do produto (Iwahashi, 2021). Os óleos obtidos a partir de grãos de soja ardidos ou queimados costumam ter menor rendimento na extração e apresentam um valor mais alto de K232, o que indica a presença de compostos formados na etapa primária de oxidação, como os peróxidos (Ramos, 2019).

3.3.6 Mofados

Grãos mofados são pedaços de grãos ou grãos inteiros que a olho nu apresentam-se com fungos ou bolor (MAPA,2007). Em umidades de 15 e 18% O teor de grãos mofados é significativo, já em temperaturas de 15, 25 e 35°C, torna-se um risco o consumo e a uso industrial desses grãos. Aliás, deve-se realizar mais estudos sobre os níveis toxicológicos (Ely, 2018).

3.3.7 Fermentados

Os fermentados são grãos inteiros ou pedaços de grãos que, por consequência da fermentação, sofreram mudanças visíveis na cor do cotilédone que não corresponde à definição para os ardidos (MAPA, 2007).

3.3.8 Quebrados

Considera-se pedaços de grãos e até mesmo cotilédones, que ficam asseguradas na peneira com crivos circulares de 3,0mm (três milímetros) de diâmetro (MAPA, 2007). O aumento do percentual de umidade e de grãos quebrados causam aumentos no ângulo de repouso em massa grãos de soja (Pohndorf, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento experimental selecionado foi integralmente aleatorizado, com 09 tratamentos e 03 repetições. Dessa forma, os tratamentos compreenderam o armazenamento de sojas sem e com defeitos nos períodos de zero, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias. As repetições foram compostas por 1,0 kg.

O experimento foi conduzido na unidade armazenadora da cooperativa Agroindustrial FrísiaTM no período de dezembro de 2022 a abril de 2023, no município de Ponta Grossa, estado do Paraná. As análises ocorreram sob o acompanhamento da classificadora de grãos da FrísiaTM, credenciada como tal nos órgãos públicos responsáveis pelo setor.

Para a obtenção de amostras sem defeitos, todos os danos especificados na legislação foram removidos. Em seguida, as amostras foram umidificadas até atingirem 25% de base úmida (Bu) e, posteriormente, secas em estufa até chegarem a 14% de umidade.

Para a elaboração das amostras com grãos defeituosos, inicialmente também foram eliminados os danos previstos na legislação. Após isso, os grãos foram umidificados a 25% Bu e mantidos nessa condição por 14 dias, favorecendo o surgimento de defeitos associados à umidade. Somente após esse período, os grãos passaram pelo processo de secagem em estufa até atingirem 14% Bu.

Esse método foi adotado com o objetivo de simular as condições de exposição dos grãos a um período de duas semanas de chuvas após atingirem a maturação fisiológica.

A umidificação das amostras foi realizada com um borrifador spray de 0,5 L da marca NobreTM, sendo os grãos manualmente homogeneizados em mesa de classificação. O controle do teor de umidade foi feito utilizando o medidor de umidade de grãos G2000, da marca GehakaTM, até que as amostras atingissem 25% de base úmida (Bu).

Posteriormente a umidificação, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos por 14 dias, mantendo-se a mesma embalagem durante todo o período de armazenamento analisado. O processo de secagem foi realizado na secadora de amostras de grãos ComagTM Sec-100, levando 5 horas para que os grãos atingissem 14% Bu.

As variáveis analisadas foram: matérias estranhas e impurezas, umidade, peso, hectolitro e classificação (partidos, quebrados, amassados, mofados, fermentados e total de avariados). As avaliações das características de grãos de soja se embasaram na instrução normativa nº 11, de 15 de maio de 2007 (MAPA, 2007). O peso hectolitro foi obtido pela relação massa/volume dos grãos de soja em uma proveta graduada de 1,0 L da marca DallemolleTM. A

massa dos grãos foi determinada em balança AD1000 de precisão 0,01 g, marca Marte™. A umidade dos grãos foi constatada com o uso de um medidor homologado pelo Inmetro™ para tal fim, G2000 da marca Gehaka™.

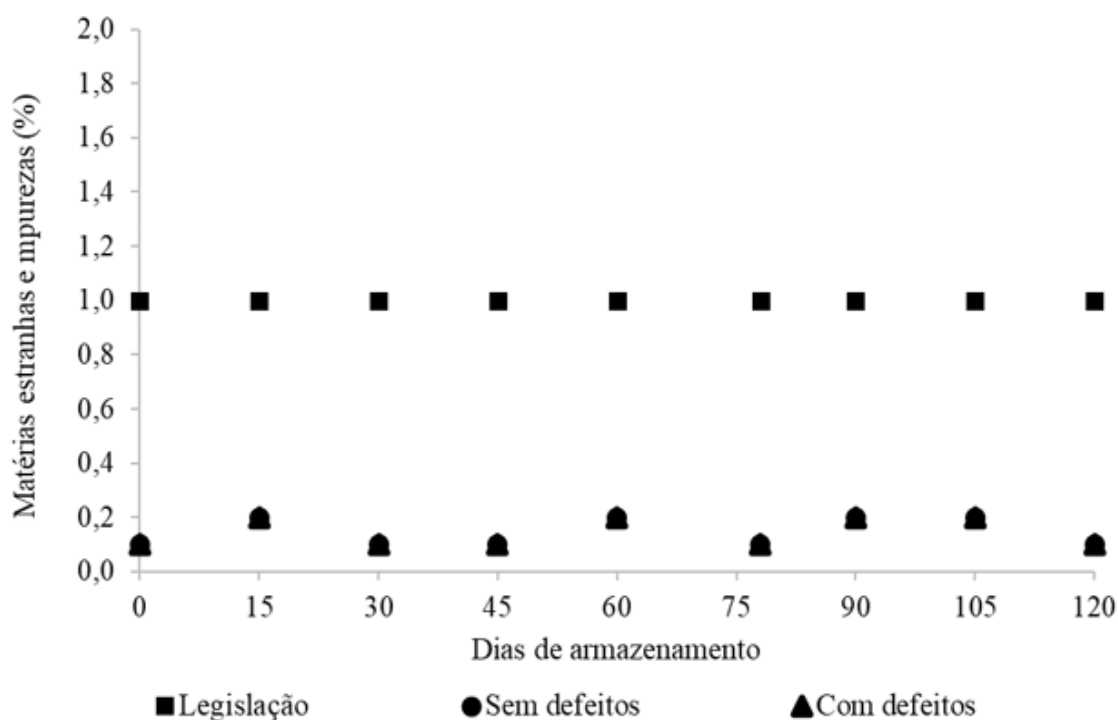
Os valores registrados foram submetidos aos testes de Hartley, para verificação da homocedasticidade das variâncias, Shapiro-Wilk, para examinar a normalidade dos dados e independência dos erros pelo teste de Durbin-Watson. As variáveis mensuradas foram analisadas pelos testes Fisher & Snedecor e regressão polinomial, sendo o intervalo de confiança com 95% de probabilidade. Nas variáveis com regulamentação pela legislação, se incluiu a mesma nos gráficos para fins de comparação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve necessidade de transformação dos dados para aplicar o teste Fisher & Snedecor. Tal decisão se baseia no fato de que o teste de Hartley apontou a homocedasticidade das variâncias, Shapiro-Wilk confirmou a normalidade dos dados e Durbin-Watson a independência dos erros para todas as variáveis estudadas.

Como foram retirados todo e qualquer dano registrado na legislação, a umidificação ou não da soja não alterou as porcentagens de matérias estranhas e impurezas (Figura 2). Os valores ficaram em zero para grãos de soja sem e com defeitos ao longo de todo tempo de armazenagem averiguado, abaixo dos 1,0% aceito pela legislação para comercialização (MAPA, 2007). A aplicação dos testes estatísticos foi inviabilizada pela falta de variância dos dados levantados.

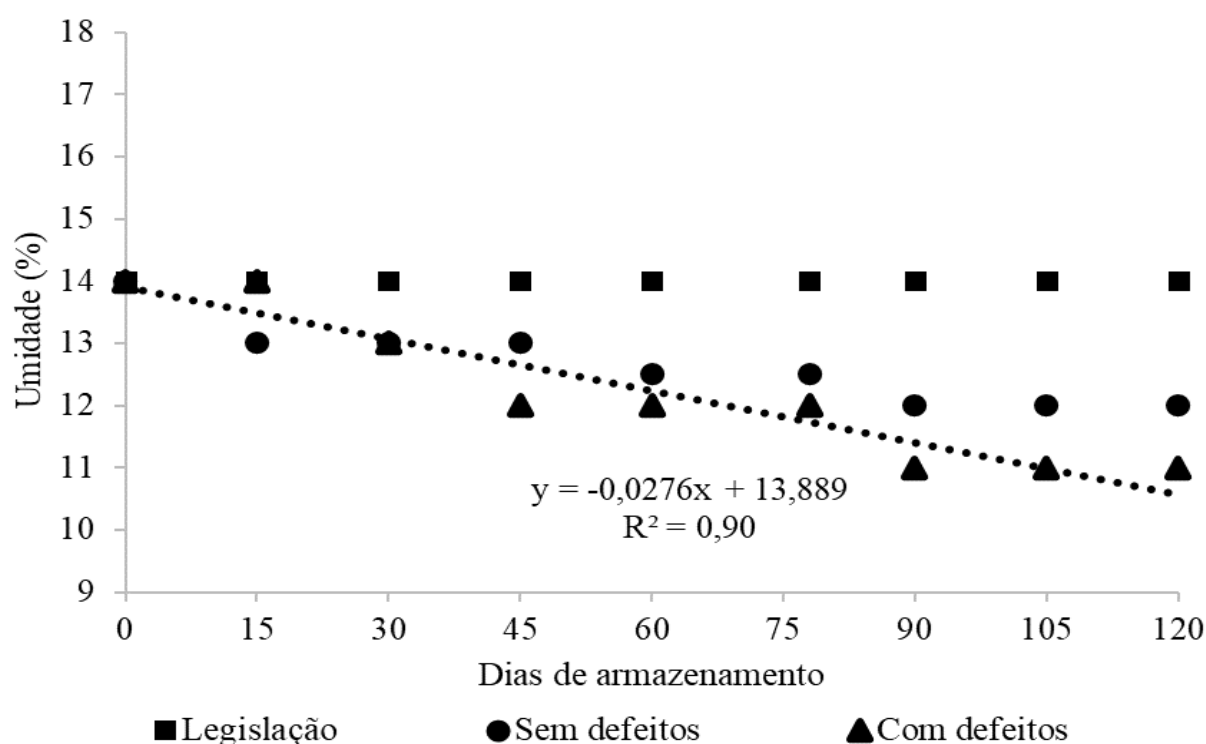
Figura 2 – Porcentagem de matérias estranhas e impurezas dos grãos de soja (*Glycine max*) pela legislação brasileira (MAPA, 2007), sem e com defeitos armazenados ao longo do tempo, Cooperativa Agroindustrial FrísiaTM, Ponta Grossa (PR – Brasil), 2022/23 ($p < 0,05$).



A variável umidade para grãos de soja sem defeitos não destacou significância nos valores ao longo dos 120 dias de armazenamento, ficando na média de 12,7% Bu. Já para grãos com defeitos houve perda de umidade dos grãos significativa no período de armazenamento avaliado. A regressão polinomial indicou que o melhor ajuste dos dados se deu linearmente (Figura 3). Todos valores ficaram abaixo dos 14% Bu estabelecido pela legislação para grãos de soja (MAPA, 2007).

Este trabalho é possível comparar os estudos de Alencar *et al.* (2009), a agregação apresentou que temperaturas elevadas e água estimulam o processo de deterioração dos grãos de soja. Entretanto, ao longo do tempo, por mais que umidade fosse reduzida os grãos também apresentavam avaria.

Figura 3 – Porcentagem da umidade base úmida dos grãos de soja (*Glycine max*) pela legislação brasileira (MAPA, 2007), sem e com defeitos armazenados ao longo do tempo, Cooperativa Agroindustrial FrísiaTM, Ponta Grossa (PR – Brasil), 2022/23 ($p < 0,05$).



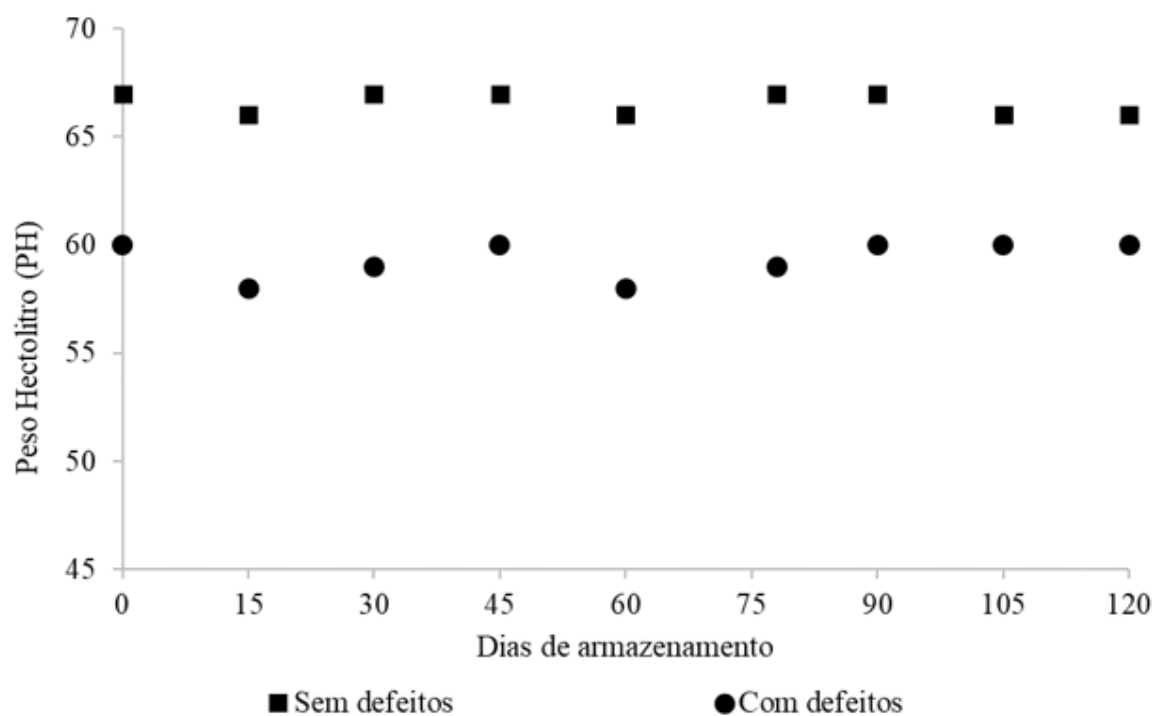
Fonte: A autora

A avaliação do peso hectolitro (PH) se deu para verificação de possíveis alterações na massa dos grãos ao longo dos 120 dias de acompanhamento do armazenamento do produto; o que não ocorreu com um grau de confiança acima de 95% de probabilidade para soja sem e com defeito (Figura 4).

Desta forma, a quebra técnica com sobretaxa quinzenal no valor comercial do produto armazenado de 0,15% (BRASIL, 1903) não se identificou ao longo do período armazenado. Dessa forma, Slim *et al.* (2025), em seus estudos relatam que o peso hectolitro corresponde a um dos parâmetros para expressar indiretamente a qualidade dos grãos, o que é possível perceber no diante trabalho realizado.

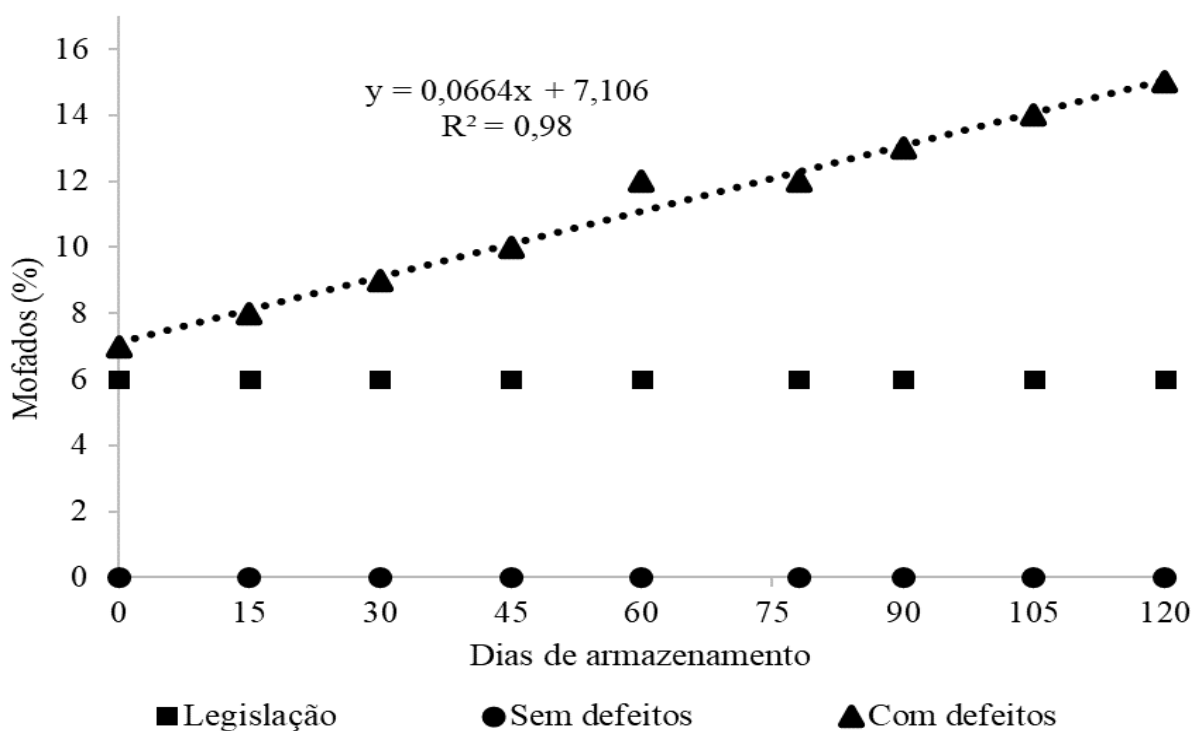
Ao se acompanhar a porcentagem de grãos de soja partidos, quebrados e/ou amassados verificou-se que não houve variação dos valores no período de 120 dias de armazenamento. Como as amostras de grãos foram examinadas isentas de danos, a umidificação ou não da soja não afetou tal variável, ficando os valores em zero; inferiores aos 30,0% aceito pela legislação para comercialização do grupo II - soja destinada a outros usos (MAPA, 2007).

Figura 4 – Peso hectolitro dos grãos de soja (*Glycine max*) pela legislação brasileira (MAPA, 2007), sem e com defeitos armazenados ao longo do tempo, Cooperativa Agroindustrial FrísiaTM, Ponta Grossa (PR – Brasil), 2022/23 ($p < 0,05$).



Não se identificaram grãos mofados nas repetições de soja sem defeitos em todos tratamentos, restringindo a possibilidade de análise de variância pelo teste de Fisher & Snedecor. No caso das amostras de soja com umidificação para potencializar os defeitos a análise de variância foi significativa, com o ajuste da reta representando os dados em 98% (Figura 5). A legislação que regula a comercialização de soja no Brasil (MAPA, 2007) limita os valores em 6,0% de mofados, muito abaixo da porcentagem identificada nas avaliações realizadas, sendo os grãos de soja classificados como “fora de tipo”.

Figura 5 – Porcentagem dos grãos de soja (*Glycine max*) mofados pela legislação brasileira (MAPA, 2007), sem e com defeitos armazenados ao longo do tempo, Cooperativa Agroindustrial FrísiaTM, Ponta Grossa (PR – Brasil), 2022/23 ($p < 0,05$).

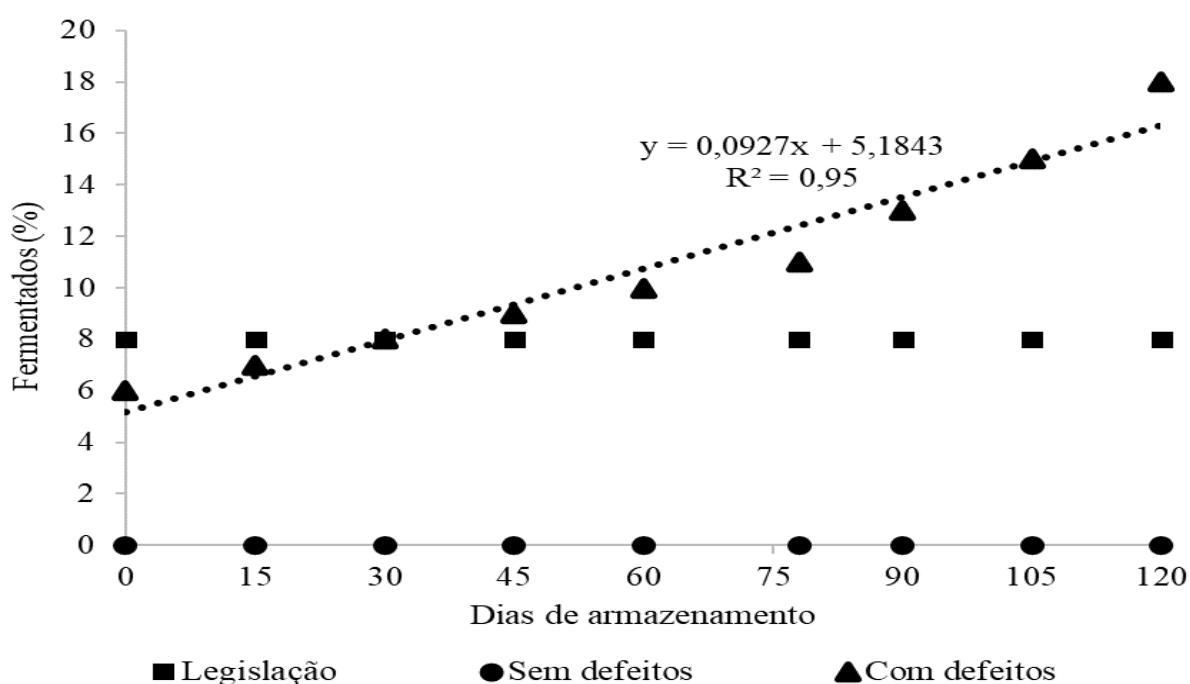


Fonte: A autora

A fermentação de grãos não foi detectada na classificação de grãos cujas amostras foram preparadas para serem isentas de defeitos, no armazenamento por 120 dias; assim, não houve possibilidade de submeter os dados à análise de variância. Porém, nas amostras com defeitos pela umidificação forçada dos grãos a fermentação se prolongou de forma linear crescente por todo tempo de avaliação (Figura 6).

Os registros foram de próximo de 6% no início das avaliações para mais de 27% aos 120 dias de armazenamento dos grãos de soja. O limite para tal defeito não restringir a comercialização é de 8% de fermentados (MAPA, 2007); portanto, tal variável levaria o classificador a não recomendar o comércio dos grãos em território brasileiro - a partir de 30 dias de armazenagem - por estarem com qualidade “fora de tipo”.

Figura 6 – Porcentagem dos grãos de soja (*Glycine max*) fermentados pela legislação brasileira (MAPA, 2007), sem e com defeitos armazenados ao longo do tempo, Cooperativa Agroindustrial FrísiaTM, Ponta Grossa (PR – Brasil), 2022/23 ($p < 0,05$).

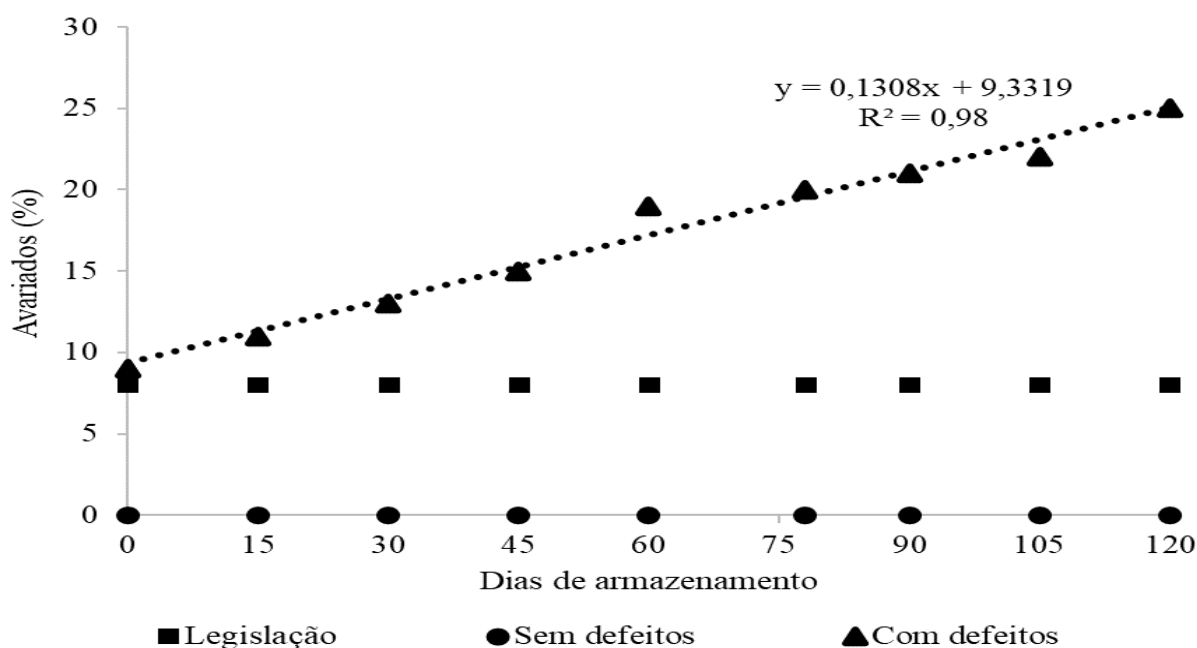


Fonte: A autora

Quanto mais tempo de armazenamento dos grãos mais se elevou a porcentagem de avariados, saindo de 09 até 25% dos grãos. Denota-se assim o efeito deletério da umidificação dos grãos na qualidade destes. Como a legislação brasileira limita os grãos avariados de soja para serem comercializados em território brasileiro com até 8%, a classificação deve ser com qualidade “fora de tipo”, não podendo ser comercializada no Brasil.

Não foi identificado grãos avariados nas amostras sem defeitos ao longo do tempo de armazenamento. Nos grãos de soja umidificados a porcentagem de total de avariados variou ao longo do tempo pesquisado. O teste de Fisher & Snedecor foi significativo com um grau de confiança superior a 95% de probabilidade, levando a aplicação da regressão polinomial. O melhor ajuste foi com a regressão linear, com reta representando em 98% da variação dos dados (Figura 7).

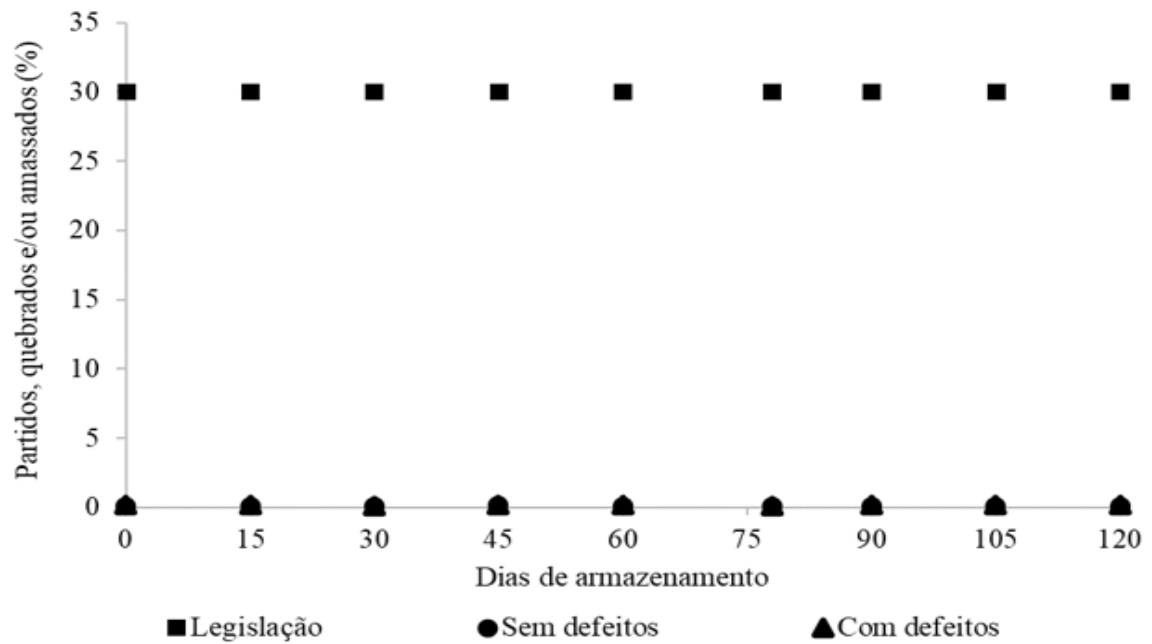
Figura 7 – Porcentagem de total de grãos de soja (*Glycine max*) avariados pela legislação brasileira (MAPA, 2007), sem e com defeitos armazenados ao longo do tempo, Cooperativa Agroindustrial FrísiaTM, Ponta Grossa (PR – Brasil), 2022/23 ($p < 0,05$).



Fonte: A autora

Ao longo dos 120 dias de armazenamento, tanto os grãos com defeitos quanto os sem apresentaram baixos percentuais de grãos partidos, quebrados ou amassados. Esses valores ficaram muito abaixo do limite de 30% estabelecido pela legislação, o que indica que houve uma boa estabilidade física dos grãos, mesmo naqueles que já possuíam defeitos no início (Figura 8).

Figura 8 – Porcentagem de total de grãos de soja (*Glycine max*) avariados pela legislação brasileira (MAPA, 2007), sem e com defeitos armazenados ao longo do tempo, Cooperativa Agroindustrial FrísiaTM, Ponta Grossa (PR – Brasil), 2022/23 ($p < 0,05$).



Fonte: A autora

6 CONCLUSÃO

As propriedades da soja livre de defeitos não são afetadas pelo período de armazenamento, possibilitando a comercialização de acordo com a legislação brasileira durante todo o tempo de pesquisa. As características da soja defeituosa são afetadas pelo período de armazenamento e a legislação brasileira limita a comercialização do primeiro ao último dia de armazenamento; são classificados como “fora de tipo”.

7 REFERÊNCIAS

- ABASS, A. B. *et al.* Post-harvest food losses in a maize-based farming system of semi-arid savannah area of Tanzania. **Journal of stored products research**, London, v. 57, p. 49-57, abr., 2014.
- ALENCAR, E. R. de *et al.* Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 606-613, out., 2009.
- ASSAD, E. D.; ASSAD, M. L. R. C. L. Mudanças do clima e agropecuária: impactos, mitigação e adaptação. Desafios e oportunidades. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 38, n. 112, p. 271–292, set./dez., 2024.
- BESSA, J. F. V. *et al.* Características físicas de grãos de soja armazenados com elevada danificação por percevejo na lavoura. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 12, p. 23875-23903, 2023.
- BOTELHO, F. M. *et al.* Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 212-219, jul., 2015.
- BRASIL. **Regras para o estabelecimento de empresas de armazéns gerais, determinando os direitos e obrigações dessas empresas**. Decreto no 1.102, de 21 de novembro de 1903. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D1102.htm. Acesso em: 04 de março de 2025.
- CARDOSO, E. C. *et al.* **Manejo dos grãos de soja pós-colheita**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Agropecuária) – Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, Franca. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/31526/1/agropecuaria_2024_2_paolagomesoliveira_manejo_dos_graos_pos_colheita.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.
- COÊLHO, J. D. Soja. **Caderno Setorial ETENE**, ano 9, n. 363, nov. 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/3105/2190>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira 2023/2024: safra de grãos, 5º levantamento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 04 mar. 2025.
- COUTO, S. M.; SILVA, M. A.; REGAZZI, A. J. An electrical conductivity method suitable for quantitative mechanical damage evaluation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 41, n. 2, p. 421-426, 1998.
- DALL'AGNOL, A. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições** [recurso eletrônico]. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 71 p. ISBN 978-85-7035-558-4. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1043614/1/LivroEmbrapaSoja_desenvolvimentoBROL.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.

DE SOUZA, Í. P. *et al.* Qualidade de grãos de soja úmida armazenados temporariamente em silo bolsa. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Cuiabá, v. 20, n. 1, p. 34-43, 2022.

DELIBERADOR, L. R.; DE MELLO, L. T. C.; BATALHA, M. O. Perdas de grãos no transporte e armazenagem: uma revisão sistemática da literatura com análise bibliométrica. **Gepros**, Bauru, v. 14, n. 5, p. 174, 2019.

ELY, A. Redução da qualidade de grãos de soja durante o armazenamento em diferentes condições de umidade e temperatura. **Revista Thema**, Pelotas, v. 15, n. 2, p. 506-520, jun., 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Relações com o solo. In: **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Cultivos: soja. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/relacoes-com-o-solo>. Acesso em: 22 abr. 2025.

FARONI, L. R. A. *et al.* Armazenamento de soja em silos tipo bolsa. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, p. 91-100, jan./mar., 2009.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology. Iowa: Iowa State University, 1977.

FERREIRA, C. C. B. *et al.* Impacto do tipo de solo, adubação e técnica de cultivo na temperatura do solo e no desenvolvimento inicial da soja. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Otoni, v. 7, n. 1, p. 1 – 15, 2024.

FERREIRA JÚNIOR, W. N. *et al.* Termometria digital no armazenamento de grãos de soja. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, Curitiba, n. 1, p. 1461–1478, jan., 2024.

GARCIA, A. Relações com o solo. In: **EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Cultivos: Soja – Pré-produção. 2021.

GAZZONI, D. L. **A saga da soja: de 1050 a.C. a 2050 d.C.** / Decio Luiz Gazzoni, Amélio Dall'Agnol. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

HEMING, F. L. B. **Armazenagem de grãos: armazenamento e conservação**. Curitiba: SENAR-PR, 2016. Disponível em: https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2024/01/PR.0324-Armazenagem-Graos-Armazenamento-Conservacao_web-1.pdf. Acesso em: 22 abr. 2025.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi. Perdas econômicas geradas por estresses bióticos e abióticos na produção brasileira de soja no período 2016-2020. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2021.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

IWAHASHI, P. M. R. **Defeitos em grãos de soja produzidos no estado de São Paulo: impactos na qualidade do óleo e farelo e seu efeito no processamento**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

KOHLER, O. D. *et al.* Produtividade, estatura e resistência ao acamamento de cultivares de soja em terras baixas. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 23, n. 4, p. e9442-e9442, 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Armazenamento do grão de soja com qualidade: princípios importantes a serem observados**. Londrina: Embrapa Soja, 2023.

LEITE, J.C. *et al.* Cadeia produtiva da soja: armazenamento e logística. **Uniciências**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 31-36, 2022.

LIMA, G. F. **Qualidade de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) durante o armazenamento em função do teor de água de colheita e impurezas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br>. Acesso em: 23 abr. 2025.

LIMA, R. E. *et al.* **Secagem e armazenagem de grãos de soja: efeitos sobre a qualidade física e físico-química, modelagem e predição**. 2024. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

LORINI, I. Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional. **Visão agrícola**, Piracicaba, v. 13, n. 1, p. 127-129, 2015.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. **Instrução normativa no 11, de 15 de maio de 2007**. MAPA: Brasília, 9p.

MEZZALIRA, D.; SOUZA, Í. P.; RUFFATO, S. Qualidade de grãos de soja armazenados em silo bolsa. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 9, e9612943199, 2023.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2021.

OLIVEIRA, G. F. *et al.* Soil fertility attributes and the occurrence of nematodes in soybean crop. **Research, Society and Development**, [S. l.], Vargem Grande Paulista, v. 12, n. 1, p. e29412139315, 2023.

PADUCH, M. **Avaliação da influência das avarias da soja moída na solubilidade proteica do farelo de soja**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PEREIRA FILHO, W. J. *et al.* Perdas em colheita mecanizada de soja. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Araraquara, v. 24, n. 3, p. 78-86, 2021.

POHNDORF, R. S. *et al.* Influência da umidade e do percentual de grãos quebrados e inteiros no ângulo de repouso de soja. **ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO–UFPEL**, v. 13, 2011.

RAMOS, A. H. **Implicações dos defeitos fermentado, ardido e queimado em grãos de soja no rendimento e na qualidade lipídica e proteica**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

SCHNEIDERS, I. A. **Produtividade de cultivares de soja em baixa e alta adubação no oeste do Paraná**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SENAR-PR. **Classificação da soja**. Curitiba: SENAR-PR, 2024. Disponível em: https://www.sistемаfaep.org.br/wp-content/uploads/2024/01/PR.0230-Classificacao-Soja_web.pdf. Acesso em: 22 abr. 2025.

SILVA, A. R. **Atributos químicos do solo e produtividade da soja sob adubação mineral na linha, a lanço e com diferentes dejetos de animais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2025.

SILVA, F. *et al.* **Soja: do plantio à colheita**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

SLIM, N. R. *et al.* Antecipação da adubação no trigo sobre a produtividade da soja: estudo de caso em Passa Sete-RS. **ARACÊ**, v. 7, n. 1, p. 2589-2603, 2025.

SOUZA, V. H. de; SOUZA, A. M; RAMSER, C. A. de S. Temperature and relative humidity dynamic effect inside a soybean metal silos storage: evidence from Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 62, n. 4, p. e279402, 2024.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. dos S.; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**, Garça, v. 35, n. 1, p. 1-9, jun., 2019.

VIEIRA, R. D. *et al.* Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade de sementes de soja cv. 'UFV-2'. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 9–22, 1982.

WENNECK, G. S. *et al.* Grão de soja ardido, queimado e fermentado: alterações das frações proteicas, lipídicas e compostos fenólicos e suas consequências na dieta animal. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 2, p. e31110212561, 2021.