

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JOÃO ALEXANDRE WISNIEWSKI**

**DANO MECÂNICO IMEDIATO E IMPUREZAS EM SEMENTES DE SOJA  
COLHIDAS COM SISTEMA COMBINE ADVISOR®**

**CERRO LARGO  
2024**

**JOÃO ALEXANDRE WISNIEWSKI**

**DANO MECÂNICO IMEDIATO E IMPUREZAS EM SEMENTES DE SOJA  
COLHIDAS COM SISTEMA COMBINE ADVISOR®**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Agronomia da Universidade Federal da  
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para  
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma

**CERRO LARGO**

**2024**

## **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Wisniewski, João Alexandre  
DANO MECÂNICO IMEDIATO E IMPUREZAS EM SEMENTE DE SOJA

COLHIDAS COM SISTEMA COMBINE ADVISOR® /

João Alexandre Wisniewski. -- 2024.

86 f.

Orientador: Doutor Marcos Antônio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2024.

I. , Marcos Antônio Zambillo Palma, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação  
da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**JOÃO ALEXANDRE WISNIEWSKI**

**DANO MECÂNICO IMEDIATO E IMPUREZAS EM SEMENTES DE SOJA  
COLHIDAS COM SISTEMA COMBINE ADVISOR®**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Agronomia da Universidade Federal da  
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para  
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 06/11/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma - UFFS  
Orientador

---

Prof. Dr. Décio Adair Rebellatto da Silva, Me., MV - UFFS  
Avaliador

---

Eng. Agrônomo Júlio Roberto Pellenz - UFFS  
Avaliador

Dedico este trabalho a Deus, que me deu forças para concluir essa etapa. Aos meus pais, pelo amor, apoio e incentivo constantes. Aos amigos e professores, que estiveram ao meu lado nessa jornada, compartilhando momentos de desafio e superação. A todos vocês, minha eterna gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças e guiar cada passo durante essa jornada acadêmica. Aos meus pais, por seu amor incondicional, apoio constante e incentivo em cada fase da minha vida. Vocês foram meu porto seguro e minha maior fonte de inspiração. Aos meus amigos e colegas, que compartilharam comigo os desafios e alegrias ao longo desse caminho. Suas palavras de motivação e companhia foram essenciais. Aos meus professores, em especial ao meu orientador, Marcos Antônio Zambillo Palma, por sua paciência, conhecimento e orientação durante todo o processo. Suas contribuições foram fundamentais para a realização deste trabalho. Por fim, dedico este trabalho a todos que, de alguma forma, acreditaram no meu potencial e me ajudaram a chegar até aqui. Muito obrigado!

## RESUMO

A cultura da soja tem uma grande importância econômica e social na região noroeste do Rio Grande do Sul e no Brasil, gerando muitos empregos diretos e indiretos. No entanto, é de elevada importância a produção de sementes de qualidade para o sucesso do seu cultivo e o dano mecânico imediato é um dos principais problemas enfrentados uma vez que ocorre, principalmente, na operação de colheita das sementes. As colhedoras John Deere® série S 700 fornecem tecnologias de automação na regulagem do sistema de trilha separação, limpeza e velocidade de operação que buscam manter as condições ideais de desempenho de acordo com as mudanças de condições do campo. O *Combine Advisor®* é um pacote com recursos de automação que com o auxílio de câmeras no elevador dos grãos limpos, elevador de retrilha, sensores de perdas nas peneiras e no separador, que fazem a leitura do fluxo e da qualidade do material e assim o sistema busca a melhor regulagem para o momento da colheita. O objetivo do trabalho foi avaliar os possíveis danos mecânicos imediatos e impurezas na colheita de sementes de soja com uma colhedora John Deere® da série S 700 equipada com o sistema *Combine Advisor®*, operando duas áreas de lavoura de soja. A coleta das sementes foi realizada em duas lavouras no município de São Luiz Gonzaga-RS e as sementes foram testadas no laboratório de sementes da Universidade Federal Fronteira Sul Campus Cerro Largo no Estado do Rio Grande do Sul. Com o teste do hipoclorito e a análise de impurezas, foi possível observar que as sementes da lavoura com umidade média de 16,5% o dano mecânico imediato foi 3,68% maior e a quantidade de impurezas foi 2,27% menor comparado a lavoura com sementes com umidade média de 23,34%. As médias com o *Combine Advisor®* desligado e ligado para dano mecânico imediato e para impurezas não diferiram.

Palavras-chave: John Deere®; automação; colhedora de grãos.

## ABSTRACT

Soybean cultivation is of great economic and social importance in the northwestern region of Rio Grande do Sul and in Brazil, generating many direct and indirect jobs. However, the production of quality seeds is of the utmost importance to the success of its cultivation and immediate mechanical damage is one of the main problems faced since it occurs mainly during the seed harvesting operation. The John Deere® S 700 series harvesters provide automation technologies in the regulation of the threshing system, separation, cleaning and operating speed that seek to maintain optimum performance conditions according to changing field conditions. The *Combine Advisor®* is a package with automation features that, with the help of cameras in the clean grain elevator, the regrind elevator, loss sensors in the sieves and the separator, read the flow and quality of the material and so the system seeks the best setting for the moment of harvest. The aim of this study was to assess possible immediate mechanical damage and impurities when harvesting soybean seeds with a John Deere® S 700 series harvester equipped with the *Combine Advisor®* system, operating in two soybean fields. The seeds were collected from two fields in the municipality of São Luiz Gonzaga-RS and tested at the seed laboratory of the Federal University of the Southern Frontier - Cerro Largo Campus in the state of Rio Grande do Sul. With the hypochlorite test and the analysis of impurities, it was possible to observe that seeds from crops with an average humidity of 16.5% had 3.68% more immediate mechanical damage and 2.27% less impurities than seeds with an average humidity of 23.34%. The averages for immediate mechanical damage and impurities with *Combine Advisor®* switched off and on did not differ.

Keywords: John Deere®; automation; grain harvester.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corte longitudinal de semente de soja mostrando suas estruturas embrionárias.....	19
Figura 2 - Alterações físicas da semente de soja em resultado à variações sucessivas de umidade da semente.....	20
Figura 3 - Sistemas ativos de uma colhedora de grãos com sistema de trilha radial.....	23
Figura 4 - Sistema de trilha radial com cilindro e côncavo.....	24
Figura 5 - Sistema de trilha de fluxo axial com rotor.....	25
Figura 6 - Sementes de soja intactas e sementes de soja danificadas identificadas pelo teste do hipoclorito 5,25%.....	27
Figura 7 - Croqui do experimento.....	31
Figura 8 - Colhedora utilizada para a colheita.....	32
Figura 9 - Medidor de umidade.....	33
Figura 10 - Sementes de soja que embeberam a solução de hipoclorito de sódio a 5,25%.....	34
Figura 11 - Processo de separação das impurezas com peneiras.....	35
Figura 12 - Pesagem da categoria material inerte.....	36
Figura 13 - Plântulas submetidas à análise no 8º dia do teste de germinação.....	37

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados de precipitações da Estação Meteorológicas do INMET do município de São Luiz Gonzaga/RS dos dias 01/04/2024 ao 17/05/2024.....	39
Gráfico 2 - Boxplot da dispersão dos dados das umidades das sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS .....	41
Gráfico 3 - Boxplot da dispersão dos dados das umidades das sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	44
Gráfico 4 - Boxplot da dispersão dos dados das impurezas nas sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	50
Gráfico 5 - Boxplot da dispersão dos dados das impurezas nas sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	52
Gráfico 6 - Boxplot da dispersão dos dados de dano mecânico nas sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	56
Gráfico 7 - Boxplot da dispersão dos dados de dano mecânico nas sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	59
Gráfico 8 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas normais no teste de germinação de sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	63
Gráfico 9 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas normais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	65
Gráfico 10 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas anormais no teste de germinação de sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	69
Gráfico 11 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas anormais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	71
Gráfico 12 - Boxplot da dispersão dos dados de sementes mortas no teste de germinação de sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	74
Gráfico 13 - Boxplot da dispersão dos dados de sementes mortas no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância (ANOVA) da umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	40
Tabela 2 - Médias de umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	41
Tabela 3 - Análise de variância (ANOVA) da umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS..	
42	
Tabela 4 - Médias de umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	43
Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) fatorial da umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	45
Tabela 6 - Médias de interação entre os fatores lavoura 1 e 2 e o CA ligado e desligado em São Luiz Gonzaga/RS.....	46
Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA) das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1.....	47
Tabela 8 - Médias das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	48
Tabela 9 - Análise de variância (ANOVA) das velocidades de deslocamento da colhedora em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	48
Tabela 10 - Médias das velocidades de deslocamento da colhedora em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	49
Tabela 11 - Análise de variância (ANOVA) das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	51
Tabela 12 - Médias das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	51
Tabela 13 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de impurezas nas sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	53
Tabela 14 - Médias de impurezas nas sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	54
Tabela 15 - Análise de variância (ANOVA) do dano mecânico imediato em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	54
Tabela 16 - Médias de dano mecânico imediato nas sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	55
Tabela 17 - Análise de variância (ANOVA) do dano mecânico imediato em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	57

Tabela 18 - Médias de dano mecânico imediato em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	57
Tabela 19 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de dano mecânico imediato nas sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	60
Tabela 20 - Médias de dano mecânico imediato nas sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	61
Tabela 21 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas normais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	61
Tabela 22 - Médias de plântulas normais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	62
Tabela 23 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	64
Tabela 24 - Médias de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	64
Tabela 25 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	66
Tabela 26 - Médias de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	67
Tabela 27 - Médias de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 com CA desligado e CA ligado em São Luiz Gonzaga/RS.....	67
Tabela 28 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas anormais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	68
Tabela 29 - Médias de plântulas anormais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	69
Tabela 30 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	70
Tabela 31 - Médias de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	70
Tabela 32 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	71
Tabela 33 - Médias de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	73

Tabela 34 - Análise de variância (ANOVA) de sementes mortas no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.....	73
Tabela 35 - Análise de variância (ANOVA) de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	75
Tabela 36 - Médias de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	75
Tabela 37 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de sementes mortas no teste de germinação em sementes colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	77
Tabela 38 - Médias de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.....	78
Tabela 39 - Médias de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 com CA desligado e CA ligado em São Luiz Gonzaga/RS.....	78

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 CULTURA DA SOJA.....	17
2.2 DANO MECÂNICO NAS SEMENTES DE SOJA.....	18
2.3 COLHEITA MECANIZADA NA SOJA.....	21
<b>2.3.1 Sistema de trilha radial.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2 Sistema de trilha axial.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.3 Sistemas de automação na colheita.....</b>	<b>25</b>
2.4 TESTE DE QUALIDADE DA SEMENTE.....	26
<b>2.4.1 Teste de dano imediato.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4.2 Teste de germinação.....</b>	<b>27</b>
2.5 IMPUREZAS.....	28
2.6 PUREZA.....	28
2.7 UMIDADE DAS SEMENTES.....	29
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	30
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	30
3.3 COLHEDORA UTILIZADA.....	31
3.4 CULTIVAR UTILIZADA.....	32
<b>3.4.1 Lavoura 1.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4.2 Lavoura 2.....</b>	<b>32</b>
3.5 AVALIAÇÕES.....	33
<b>3.5.1 Umidade das sementes.....</b>	<b>33</b>
<b>3.5.2 Teste de dano imediato.....</b>	<b>34</b>
<b>3.5.3 Análise de impureza.....</b>	<b>35</b>
<b>3.5.4 Análise de pureza.....</b>	<b>36</b>
<b>3.5.5 Teste de germinação.....</b>	<b>37</b>
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	38
3.6 VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO.....	38
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
4.1 DADOS DE PRECIPITAÇÕES MUNICÍPIO DE SÃO LUIZ GONZAGA/RS..	39
4.1 UMIDADE.....	39
<b>4.1.1 Lavoura 1.....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.2 Lavoura 2.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1.3 Fatorial das duas lavouras.....</b>	<b>44</b>
4.2 IMPUREZAS.....	47
<b>4.2.1 Lavoura 1.....</b>	<b>47</b>

<b>4.2.2 Lavoura 2.....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.3 Fatorial das duas lavouras.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3 DANO MECÂNICO IMEDIATO.....</b>	<b>54</b>
<b>    4.3.1 Lavoura 1.....</b>	<b>54</b>
<b>    4.3.2 Lavoura 2.....</b>	<b>56</b>
<b>        4.3.3 Comparação do dano mecânico imediato entre a operação nas duas lavouras.....</b>	<b>59</b>
<b>4.4 PLÂNTULAS NORMAIS.....</b>	<b>61</b>
<b>    4.4.1 Lavoura 1.....</b>	<b>61</b>
<b>    4.4.2 Lavoura 2.....</b>	<b>63</b>
<b>        4.4.3 Fatorial das duas lavouras.....</b>	<b>65</b>
<b>4.5 PLÂNTULAS ANORMAIS.....</b>	<b>68</b>
<b>    4.5.1 Lavoura 1.....</b>	<b>68</b>
<b>    4.5.2 Lavoura 2.....</b>	<b>70</b>
<b>        4.5.3 Fatorial das duas lavouras.....</b>	<b>71</b>
<b>4.6 SEMENTES MORTAS.....</b>	<b>73</b>
<b>    4.6.1 Lavoura 1.....</b>	<b>73</b>
<b>    4.6.2 Lavoura 2.....</b>	<b>74</b>
<b>        4.6.3 Fatorial das duas lavouras.....</b>	<b>76</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merril) tem seu centro de origem no nordeste da China, em latitudes entre 45 e 50°, que nas Américas, corresponde no Sul da Patagônia e no Hemisfério Norte, ao norte dos Estados Unidos e ao sul do Canadá. O primeiro relato sobre o seu cultivo nos Estados Unidos foi no ano de 1765 e se expandiu lentamente no país exigindo investimento em tecnologia e melhoramento genético para aumento de produção e resistência à doenças. Em 1882 foi efetuado seu primeiro cultivo na Bahia mas sem sucesso, somente de 1920 a 1940 começou seu cultivo comercial no Rio Grande do Sul. Em 1970, a soja vira foco de melhoramento para o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições subtropicais e tropicais e, também, a pesquisa para a melhoria química dos solos do cerrado Brasileiro e, nos anos de 1990, o início do Sistema Plantio Direto, para realizar o cultivo da soja sem o revolvimento da camada superficial do solo (GAZZONI, 2018).

A semente tem atributos diferentes de um simples grão, sendo necessário qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, para garantir elevado desempenho no campo, fundamental para o bom estabelecimento de uma lavoura. A semente para ser considerada de alta qualidade deve ter altas taxas de vigor, germinação e sanidade, e também pureza física, varietal e não portar sementes de plantas daninhas e estruturas reprodutivas de doenças. Danos por percevejos, danos por umidade e danos mecânicos são fatores de deterioração que ocorrem no campo e no processo de colheita e que determinam a qualidade fisiológica da semente (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

Há vários anos as indústrias que desenvolvem colhedoras estão buscando melhorar a qualidade de grãos, reduzir as perdas e também aumentar a eficiência das máquinas no campo. As colhedoras John Deere® série S 700 fornecem tecnologias de automação na regulagem do sistema de trilha separação e limpeza que buscam manter as condições ideais de desempenho de acordo com as mudanças de condições do campo e assim manter níveis de excelência durante a operação de colheita (DEERE & COMPANY, 2024).

O objetivo deste estudo é avaliar o dano mecânico imediato e impurezas em sementes de soja colhidas, com sistema de trilha axial, em colhedoras equipadas com a automação denominada *Combine Advisor®* John Deere® em duas áreas de cultivo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CULTURA DA SOJA

A soja cultivada atualmente é muito diferente dos seus ancestrais, originada na costa leste da Ásia ao longo do rio Yangtse, onde eram plantas rasteiras, mas que foram evoluindo com cruzamentos naturais entre duas espécies selvagens e domesticadas por cientistas da antiga China. As primeiras citações do grão aparecem entre 2883 a 2838 A.C., sendo considerado sagrado juntamente com outros cereais (EMBRAPA, 2023).

A soja (*Glycine max* (L) merril), cultivada no Brasil é uma planta herbácea, classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie *max*. As principais cultivares apresentam caule Híspido, pouco ramificado e raiz com eixo principal e muitas ramificações (EMBRAPA, 2021). Apresentam folhas trifolioladas, exceto no primeiro nó acima do nó cotiledonar e flores de fecundação autógama de cor branca, roxa ou intermediária (EMBRAPA, 2021). Desenvolvem legumes (vagens) que podem produzir de uma a cinco sementes, que podem ser lisas, elípticas ou globosas, com tegumento amarelo pálido, hilo preto, marrom ou amarelo-palha (EMBRAPA, 2021).

A estatura das plantas de soja pode variar, dependendo do ambiente, mas a ideal está entre 60 a 110 cm, o que facilita muito no controle de pragas, doenças e da colheita (EMBRAPA, 2021). A soja é sensível à fotoperíodo, sendo uma planta de dias curtos, ou seja, dias com fotoperíodo longo ela atrasa o seu início reprodutivo e alonga seu ciclo (EMBRAPA, 2021).

De acordo com D'utra (1882 *apud* Bonato, E.Bonato, A., 1987) os primeiros testes com cultivares de soja no Brasil foram no Estado da Bahia, e a partir daí foram feitos diversos estudos por várias partes do país, sendo então de fundamental importância para o estabelecimento da cultura. A partir dos anos 70, a soja se expandiu rapidamente no sul do Brasil por conta de vários motivos como a fácil adaptação de variedades do sul dos Estados Unidos, opção para sucessão de culturas no verão e trigo no inverno, possibilidade de mecanização em todos os manejos da cultura, carência de óleos vegetais para substituir a gordura de origem animal, desenvolvimento rápido do parque de processamento, que garantiu a total

absorção da matéria-prima e a participação de cooperativas nos processos de produção e comercialização dos grãos (BONATO, E., BONATO, A., 1987).

Em meados dos anos 1970, ocorreu uma explosão mundial nos preços da soja, que despertou muito o interesse dos produtores e do governo brasileiro e além do país fez o escoamento da sua safra na entressafra americana, atingindo as maiores cotações. Assim, aumentaram-se os investimentos em pesquisa para tropicalizar a cultura da soja para que o grão fosse semeado em baixas altitudes, revolucionando o cultivo da soja no mundo (EMBRAPA, 2023).

A expansão do cultivo da soja, na parte mais central do Brasil começou a ser estimulado por fatores como a construção de Brasília, melhorando a infra-estrutura regional, pesquisas no desenvolvimento de pacotes tecnológicos e boas condições físicas dos solos do cerrado que facilitam a operação de máquinas agrícolas. Os baixos preços das terras, o regime pluviométrico altamente favorável à cultura da soja foram, também, um grande atrativo para vários agricultores de outros estados à migrar para essa região para praticar agricultura empresarial em larga escala e levando o Brasil à ser um dos maiores produtores do grão no mundo (FREITAS, 2011).

Atualmente, na cultura da soja, são empregadas várias biotecnologias para ajudar os produtores no manejo do controle de pragas que acometem a cultura e são responsáveis pela perda na produtividade e assim o Brasil segue crescendo na produção da soja (Autor). Essas tecnologias são muito importantes por alavancarem a produção e justificam o crescente cultivo da soja por facilitarem o seu manejo na proteção e, também, aumentando a lucratividade para o produtor (OLIVEIRA;FERREIRA, 2020).

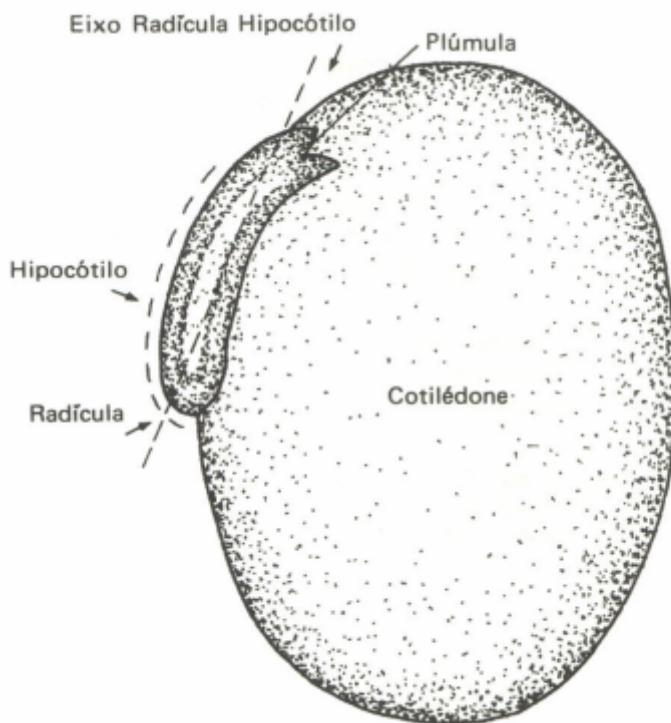
## 2.2 DANO MECÂNICO NAS SEMENTES DE SOJA

A semente apresenta atributos de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária para conferir um bom desempenho agronômico que vai determinar o futuro da subsequente lavoura a ser semeada (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010). As sementes de alta qualidade resultam em plântulas fortes e bem vigorosas, que vão estabelecer um bom estande de plantas e um rápido crescimento e desenvolvimento em diferentes condições edafoclimáticas, assim

dando uma maior segurança ao produtor (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

A semente de soja é muito sensível à impactos de natureza mecânica, em suas partes vitais como embrião, radícula, hipocótilo e plúmula (Figura 1), localizadas abaixo de um tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece nenhuma proteção, fazendo com que a colheita seja um dos pontos chave na qualidade da semente a ser colhida (FRANÇA NETO; HENNING, 1984)

Figura 1 - Corte longitudinal de semente de soja mostrando suas estruturas embrionárias.



Fonte: FRANÇA NETO;HENNING, 1984.

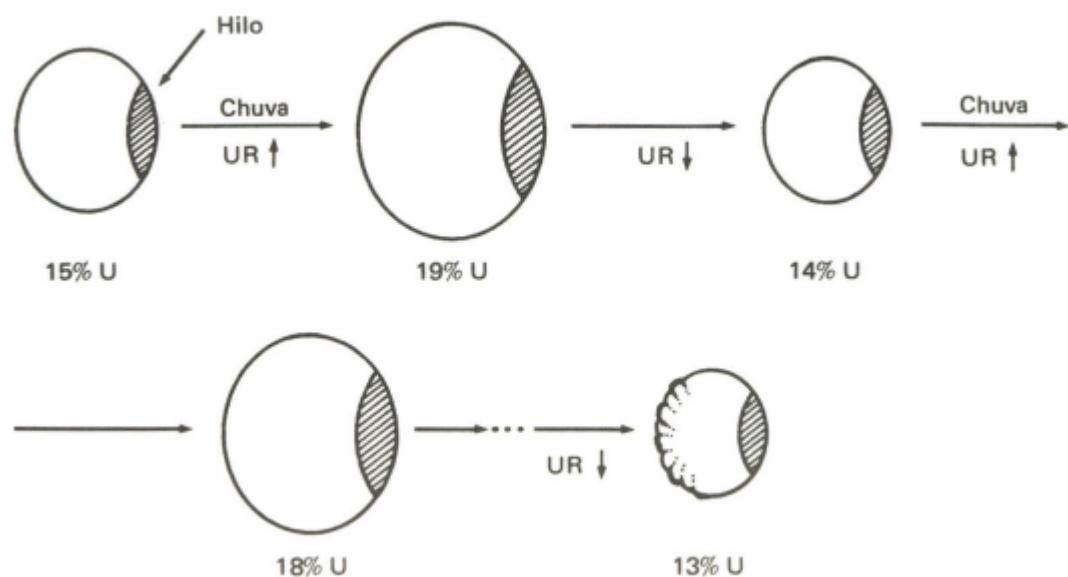
Os danos mecânicos ocorrem em duas formas, imediato ou latente. O primeiro é o de mais fácil identificação que pode ser identificado pelo tegumento rachado e ocorre a perda imediata da viabilidade de sementes, com maior ocorrência quando as sementes são colhidas e manuseadas com um teor de umidade <11%. Já o dano mecânico latente estão sujeitos a sofrer dano quando manuseadas com teores de umidade > 15% por conta do amassamento, que não é

visível imediatamente, e só serão detectados após um período de armazenagem (FRANÇA NETO;HENNING, 1984).

A umidade adequada para a colheita de sementes tão logo atinja 14,5%. Quando as sementes atingem teores de umidade abaixo de 12%, aumenta-se a suscetibilidade da semente sofrer danos mecânico por se tornar quebradiça, não só quebrando a semente ao meio, que é fácil separar, mas rompendo o tegumento, tornando-se uma semente de baixa qualidade pois perde vida útil pela deterioração acelerada (AGUILA,L.; AGUILA, J.; THEISEN, 2011).

A semente de soja é considerada higroscópica, ou seja, ela facilmente absorve a umidade do ambiente entre a sua maturidade fisiológica e a sua maturidade morfológica, fazendo com que ela aumente e diminua seu tamanho dando origem à alteração física (Figura 2), ocasionando a formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo, causando cansaço físico dos tecidos, podendo resultar na ruptura no tegumento e nos tecidos embrionários, comprometendo o controle da permeabilidade das membranas aos níveis celular e subcelular (FRANÇA NETO;HENNING, 1984).

Figura 2 - Alterações físicas da semente de soja em resultado à variações sucessivas de umidade da semente.



Fonte: FRANÇA NETO;HENNING, 1984.

Essas rupturas deixam as sementes mais suscetíveis à ocorrência de dano por embebição, durante os processos de germinação e no tratamento de sementes

e podendo ser uma fonte de infecção das sementes aos fungos de solo. As sementes com rugas apresentam maior índice de danos mecânicos na colheita e no beneficiamento, uma vez que as sementes deterioradas são mais vulneráveis (FRANÇA-NETO et. Al, 2016).

Nos últimos anos, as pesquisas e melhoramentos na cultura da soja buscam uma série de características, como resistência à doenças e pragas, maiores teores de óleo e proteína, e tegumento das sementes com maior teor de lignina, visando melhorar tanto as características físicas e fisiológicas da soja em diferentes regiões do Brasil (COSTA et al., 2001). Segundo Hunt (2015), cultivares com maiores teores de lignina no tegumento da semente, são menos suscetíveis ao dano por umidade, ocasionados pelo estresse de deterioração por umidade, e também ao dano mecânico simulado pelo teste do pêndulo, resultando em plântulas normais quando submetidas ao teste de germinação, dessa forma apresentam potencial fisiológico superior comparado às cultivares com menor teores de lignina.

A aplicação de cálcio em doses indicadas via foliar na cultura da soja, diminui a condutividade elétrica, aumenta a porcentagem de plântulas normais na germinação mesmo após o envelhecimento acelerado, e também no teste à frio. Há resultados positivos no que se refere à porcentagem de dano mecânico causado no teste do pêndulo e, também, no dano por percevejo e, ainda nos componentes de rendimento da cultura (CABRERA, 2016).

## 2.3 COLHEITA MECANIZADA NA SOJA

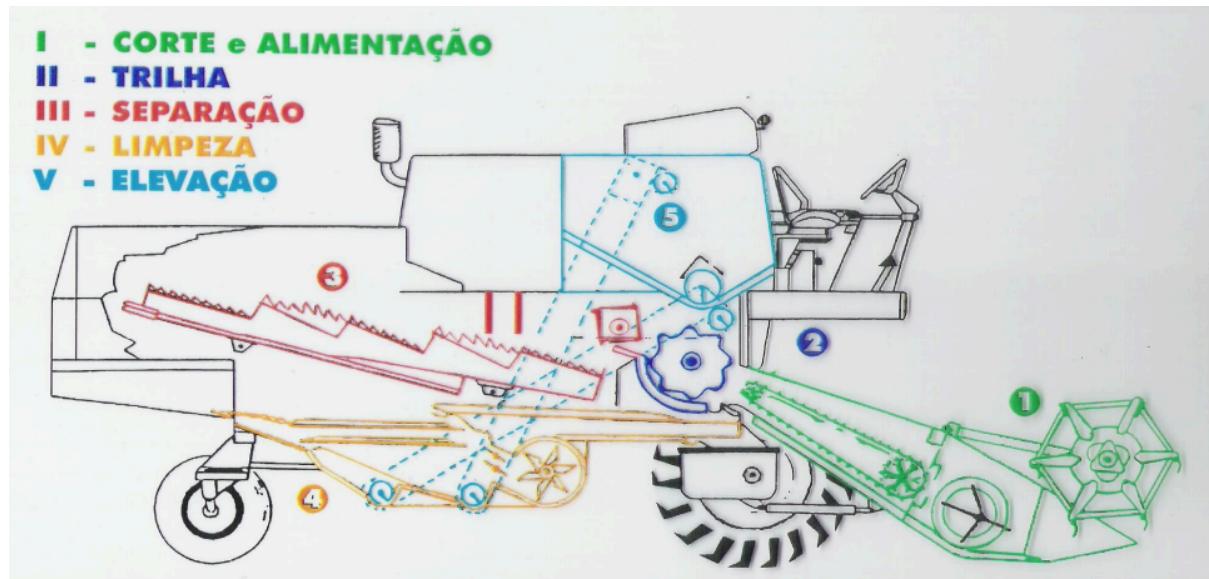
A agricultura Brasileira cresce a cada ano e, com isso, vem exigindo mudanças profundas nos diferentes setores para aumentar a eficiência operacional e, principalmente, na operação de colheita. A colheita é considerada uma etapa do processo do cultivo da soja que tem alto custo e pode provocar perdas expressivas na quantidade e na qualidade dos grãos colhidos, isso por conta de falta de regulagens no sistema de trilha, separação, limpeza e armazenamento, além da falta de manutenção preventiva dos equipamentos (COSTA et Al.,2001).

Uma colhedora automotriz convencional (Figura 3) é constituída basicamente dos seguintes sistemas: corte, recolhimento e alimentação, que compõem a barra de corte que é responsável pelo corte das hastes das plantas pela movimentação

das navalhas em direção às contra-navalhas e com auxílio do molinete que tem a função de tombar as plantas cortadas pela barra de corte. Posteriormente, o caracol, que é um cilindro com lâminas helicoidais, direciona a massa de plantas para o centro da plataforma, alimentando a esteira que movimenta a massa de plantas para o sistema de trilha (MESQUITA, 1999). O sistema de trilha é composto pelo cilindro, que tem barras estriadas que exercem atrito da massa das plantas contra o côncavo, fazendo a debulha e a filtragem das sementes, vagens e fragmentos. A maior parte do volume de palhas vai ser direcionada ao sistema de separação que tem o objetivo de recuperar algumas sementes (grãos) remanescentes e eliminar o fluxo de palha no picador, que por sua vez, tem a função de fragmentar os resíduos em partes menores e distribuir na lavoura.

Na trilha os grãos e algumas vagens e fragmentos passam entre os arames do côncavo e são movimentados ao sistema de limpeza, que opera com peneiras e fluxo de ar. A colhedora possui 2 peneiras, uma superior que separa as impurezas maiores, permitindo a passagem dos grãos e vagens não trilhadas para a peneira inferior que deve permanecer mais fechada (menor distância entre as aletas), possibilitando a passagem dos grãos, mas não a passagem das vagens, direcionando-as ao sistema de trilha pelo elevador de retrilha para fazer todo o processo novamente. Ao encher o tanque de grãos, ele pode ser esvaziado através de um tubo cilíndrico articulado com eixo helicoidal que descarrega a massa de grãos (MESQUITA, 1999).

Figura 3 - Sistemas ativos de uma colhedora de grãos com sistema de trilha radial



Fonte: Conte, 2018.

De acordo com Conte (2018), cerca de 80% das perdas na colheita pode ocorrer na barra de corte, por conta de deficiência na regulagem da velocidade, altura, ângulo dos dedos do molinete e distância em relação ao caracol, distância dos dedos do caracol em relação a plataforma, distância do caracol em relação a barras raspadoras, e tensão da esteira de alimentação. Destaca-se que em torno de 100% da redução da qualidade ocorre no ativo de trilha, sendo que esse sistema faz a debulha de cerca de 90% dos grãos presente na colheita.

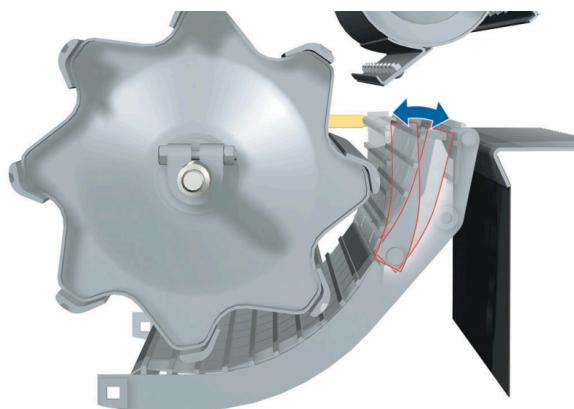
Segundo Costa et al. (1996), a colheita com velocidade de deslocamento da colhedora de 8 km/h, 800 rotações por minuto do cilindro de trilha e associados à abertura do côncavo de 8mm na entrada e 4mm na saída durante a colheita de sementes de soja, tendem a resultar em altos níveis de dano mecânico nas sementes podendo levar à descartes de lotes. Bomfim e Carvalho (2019), afirmam que o aumento da velocidade do rotor trilhador pode causar uma maior intensidade de danos mecânicos nas sementes de soja.

Sementes de soja provenientes de colhedoras com sistema de trilha axial, equipadas ou não com plataforma draper, apresentam menor incidência de danos mecânicos, sementes quebradas ao meio e maior porcentagem de germinação comparadas ao sistema de trilha radial (STROBEL, 2015).

### 2.3.1 Sistema de trilha radial

Nas colhedoras com sistema de trilha de fluxo radial (figura 4), a massa de plantas passa somente uma vez entre o cilindro que é a parte móvel e o côncavo que é a parte fixa dos sistemas, resultando em uma maior exposição das sementes ao atrito já que a trilha da massa tem que ser completa (MOLIN, 2018).

Figura 4 - Sistema de trilha radial com cilindro e côncavo



Fonte: Mecaniza, 2014.

Para obter-se um bom desempenho na colheita com sistema de trilha radial, é necessário fazer a regulagem adequada de acordo com o tipo de cultura e o estado da massa das plantas. Quando trabalha-se 1880 rotações por minuto no cilindro e uma abertura de 20 mm entre o côncavo, pode ocorrer uma maior incidência de danos mecânicos às sementes, e quando se trabalha com 400 rotações por minuto pode ocorrer a obstrução das grelhas do côncavo (NAGAOKA, 2024). As colhedoras equipadas com sistema de trilha radial podem obter baixos índices de dano mecânico latente nas sementes, mas a velocidade de colheita deve ser de no máximo 4 km/h, enquanto uma colhedora de fluxo axial pode manter a qualidade das sementes em até 7 km/h, por conta do aumento da massa de sementes que necessitam passar no sistema de trilha quando operadas em alta velocidade (BRAUN, et Al, 2024).

### 2.3.2 Sistema de trilha axial

As colhedoras equipadas com sistema de trilha de fluxo axial (figura 5), a massa de plantas gira entre o rotor e o cilindro separador entrando em uma extremidade e saindo na outra, resultando em maior tempo de trilha por conta da massa de planta ficar exposto por algumas voltas sem que haja um grande atrito das sementes, dando assim a esse sistema maior eficiência em termos de perda e danos nos grãos (MOLIN, 2018).

Figura 5 - Sistema de trilha de fluxo axial com rotor



Fonte: CNH industrial, 2012.

Segundo Braun et al. (2024), as colhedoras com sistema de trilha com fluxo axial podem operar em velocidades acima de 7 km/hora e manter baixa porcentagem de impureza e de dano mecânico. B.Vieira, Silva, R.Vieira (2006), avaliaram as perdas qualitativas na colheita de soja com uma colhedora de fluxo axial em três velocidades de deslocamento (3,5; 4,5; 5,5 km/h), e duas rotações do cilindro trilhador (400 e 500 rpm), e concluíram que as combinações das velocidades de deslocamento e as rotações do cilindro trilhador não afetaram as variáveis vigor, impurezas, bandinhas, emergência em areia e índice de velocidade de germinação. O aumento da rotação do cilindro trilhador de 400 para 500 rpm ocasionou aumento das sementes quebradas.

### 2.3.3 Sistemas de automação na colheita

A colheita mecanizada vem evoluindo durante anos, sempre buscando mais eficiência, sendo em questão de redução de perdas, qualidade de grãos, e aumento no rendimento na jornada de trabalho. Muitos desses fatores que influenciam na qualidade de colheita, são muito difíceis de se alcançar, por conta de uma grande variação dentro do campo, seja na topografia e umidade do solo, clima, no volume e umidade da massa de plantas, e na presença de plantas daninhas. Muitas dessas variações não são visíveis para o operador, e portanto o melhor caminho é a automação (DEERE & COMPANY, 2024).

A John Deere® conta com o sistema Combine Advisor®, que otimiza a colheita para manter as condições ideais de desempenho de acordo com as variáveis do campo. O sistema conta com câmeras nos elevadores de grãos limpo e da retrilha, sensor de perdas do separador e sensor de perda da peneira, que fazem a leitura do volume que está passando nos sensores e com esses dados busca a melhor regulagem no sistema de trilha (velocidade do cilindro de debulha, abertura do côncavo) e no sistema de separação (abertura da peneira superior e inferior e velocidade do ventilador). O sistema realiza cerca 160 ajustes por dia, sendo um a cada 3 minutos, podendo reduzir até 13% a perda de grãos, melhorar até 17% a qualidade de grãos, aumentar a precisão da colheita e oferecer flexibilidade no planejamento geral da operação (DEERE & COMPANY, 2024).

## 2.4 TESTE DE QUALIDADE DA SEMENTE

### 2.4.1 Teste de dano imediato

A semente de soja é muito rica em proteínas, essas que são responsáveis pela absorção de água para por conta de ser uma semente hidrofílica. O teste do hipoclorito (figura 6) é uma hidratação controlada da semente de soja por meio de uma solução salina em um determinado tempo para diferenciar as sementes que estão com o seu tegumento rompido (KRZYZANOWSKI et al., 2023)

A colheita é a fase mais crítica do processo de produção de sementes de soja, pois nela que as sementes vão estar mais suscetíveis à impactos dos mecanismos de trilha, determinando a qualidade das sementes que posteriormente vão para a Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), sendo um fator

limitante na produção de sementes. Esse teste é utilizado normalmente no momento da colheita e também no beneficiamento para monitorar se a semente está sofrendo danos no seu tegumento e realizar regulagens nos mecanismos que estão envolvidos na trilha e no transporte dessas sementes (EMBRAPA, 2004).

Figura 6 - Sementes de soja intactas e sementes de soja danificadas identificadas pelo teste do hipoclorito 5,25%.



Fonte: Embrapa, 2004

É método de rápido e fácil interpretação, se as sementes apresentarem mais que 10 % de danos, é necessário verificar as regulagens de rotação do cilindro trilhador da colhedora ou trocar elevadores e correias transportadoras devido a sua alta velocidade de operação e outras instalações que possam minimizar esses danos às sementes (EMBRAPA, 2004).

#### **2.4.2 Teste de germinação**

O teste de germinação tem o objetivo de avaliar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual é utilizado para comparar a qualidade de lotes e também estimar valores para fazer a semeadura em campo. Os testes de germinação são realizados em laboratório, por conta que em campo existem muitas interferências externas por conta de variações ambientais que dificultam a padronização da avaliação. No laboratório as condições externas são controladas para que a semente possa germinar da forma mais regular, rápida e completa

possível para que os resultados possam ser reproduzidos e comparados (BRASIL, 2009).

No teste de germinação em laboratório é a emergência das estruturas essenciais do embrião, o que demonstra que essa semente tem aptidão de se desenvolver e produzir nas condições de campo. Os resultados dos testes vão classificar as sementes de acordo com as suas características: plântulas normais, estas que mostram potencial de continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais e produtivas quando submetidas à condições favoráveis; plântulas anormais, que não mostram potencial de continuar se desenvolvendo e dar origem a plantas normais mesmo em condições favoráveis e; sementes que não germinaram, que por algum motivo não absorveram água, dormência, morte, ausência de embrião, sementes vazias ou danificadas por insetos (BRASIL, 2009).

## 2.5 IMPUREZAS

A classificação vegetal é a determinação da qualidade do produto, mediante as análises de comparações entre a amostra analisada e padrões oficiais do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), para qualificar e quantificar as características extrínsecas e intrínsecas dos produtos vegetais (MAPA, 2007).

## 2.6 PUREZA

A análise de pureza tem como objetivo determinar a composição em percentual dos componentes presentes em uma determinada massa de sementes, separando-os em três categorias, sendo semente pura, outras sementes e material inerte. A fração semente pura, corresponde a todas as sementes pertencentes à espécie em exame, incluindo sementes inteiras, maduras e não danificadas, mesmo se imatura, de tamanho menor, enrugadas, infectadas ou germinadas (BRASIL, 2009).

Na fração outras sementes devem ser incluídas unidades de dispersão de qualquer outra espécie que não seja pertencente à espécie da semente pura, desde que tenham as mesmas características de integridade da semente pura. O material inerte, corresponde a presença de unidades de dispersão e todos os outros

materiais que não são definidos como semente pura ou outras sementes, incluindo antécios, tegumentos, unidades de dispersão quebrados menores que a metade, palhas, glumas, folhas, pedaços de caules, pedras, areia, ou qualquer outro material que não seja semente (BRASIL, 2009).

## 2.7 UMIDADE DAS SEMENTES

Para a análise da umidade foi utilizado o medidor de umidade de grãos de bancada marca Gehaka modelo G 1000. O medidor de umidade G 1000 realiza a análise de umidade da amostra pela tecnologia FLOW THRU, totalmente automática, sem necessidade de pesagem externa da amostra e executa automaticamente as compensações da temperatura, densidade e peso do produto (GEHAKA, 2024). O G 1000 possui três instrumentos gerenciados por um microprocessador, sendo uma balança eletrônica que mede o peso da amostra, um termômetro digital que mede a temperatura da amostra e a temperatura do medidor e também um capacitor que indica o teor de umidade do produto (GEHAKA, 2024).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi realizado no município de São Luiz Gonzaga no Rio Grande do Sul, na safra de soja 2023/2024. A primeira lavoura foi implantada em novembro de 2023 com espaçamento entre linhas 0,45 m e a população de 215.555,55 plantas por hectare (9,7 plantas/m). A segunda lavoura foi implantada em janeiro de 2024 com espaçamento entre linhas de 0,45 m e a população de 291.111,11 plantas por hectare (13,1 plantas/m). As coordenadas geográficas da primeira lavoura são -28° 21' 48.36" com altitude média de 157,1 m e a segunda lavoura -28° 22' 50.26" S e -55° 05' 47.61" W, com altitude média de 178,53 m.

#### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Empregou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), num esquema fatorial 2 (lavouras) x 2 (*Combine advisor®* ligado e *combine advisor®* desligado) com 12 repetições, totalizando em 48 unidades experimentais. Foram colhidos 3 graneleiros oriundos de 3 passadas do talhão (Figura 7) para cada tratamento, sendo retiradas as amostras no caminhão em cada lavoura, sendo as faixas verdes colhidas com *Combine advisor®* desligado e as faixas amarelas colhidas com *Combine advisor®* ligado.

Figura 7 - Croqui do experimento



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

### 3.3 COLHEDORA UTILIZADA

A colheita foi realizada no dia 19 de abril de 2024 na lavoura 1 e na lavoura 2 dia 15 de maio de 2024, com uma colhedora de grãos John Deere, modelo S 780 (Figura 8), com barra de corte modelo 740 FD com 40 pés de corte. A colhedora possui um motor 13,5 litros de 480 cv de potência nominal, tanque de combustível de 1250 litros, capacidade de depósito de grãos de 14,100 litros e taxa de descarga de 135 litros/segundo (DEERE & COMPANY, 2024).

Primeiramente a colhedora percorreu 3 passadas no talhão com o combine advisor desligado resultando em 3 tanques graneleiros e fez o descarregamento em um reboque graneleiro que descarregou no caminhão onde foram feitas as coletas das sementes para análise. Após , foi ligado o sistema combine advisor e percorrido a mesma distância e realizado o mesmo processo até coleta no caminhão. Foram coletados 2 kg de sementes por unidade experimental.

Figura 8 - Colhedora utilizada para a colheita



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

### 3.4 CULTIVAR UTILIZADA

#### 3.4.1 Lavoura 1

A cultivar utilizada foi a Don Mario 64i63, Grupo de Maturação Relativa 6.4, porte de crescimento alto, massa de mil sementes (MMS) de 178 gramas, resistente ao acamamento, alto potencial de ramificação, hábito de crescimento indeterminado, média exigência em fertilidade, cor do hilo marrom claro, cor da flor branca e pubescência cinza (Don Mario, 2024).

#### 3.4.2 Lavoura 2

A cultivar utilizada foi a Brasmax Valente com tecnologia RR, grupo de maturação relativa de 6.7, cultivar que tem estabilidade produtiva, possui peso de mil grãos médio de 189 gramas, e recomendado para áreas de várzea. Segundo

Brasmax (2024) a cultivar possui hábito de crescimento indeterminado, cor da flor roxa, altura média de 85 cm, na região cultivada, a recomendação de população é de 200 a 250 mil plantas por hectare.

### 3.5 AVALIAÇÕES

#### 3.5.1 Umidade das sementes

Para a análise da umidade foi utilizado o medidor de umidade de grãos de bancada marca Gehaka modelo G 1000 (Figura 9). Para fazer a análise da umidade, primeiramente é colocado um incremento da amostra até completar o peso que a balança do medidor completa 100%, aguarda-se por alguns para visualizar no display a porcentagem de umidade presente na massa de sementes.

Figura 9 - Medidor de umidade



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

### 3.5.2 Teste de dano imediato

As avaliações da qualidade da semente foram realizadas no laboratório de sementes da Universidade Federal Fronteira Sul *Campus Cerro Largo* de acordo com a metodologia da EMBRAPA (Krzyzanowski; França-Neto; Costa, 2004). As sementes utilizadas foram retiradas da amostra homogeneizada de 2 kg, sendo utilizadas duas repetições de 100 sementes totalizando em 200 sementes sem nenhum dano visual e assim imergindo as sementes na solução de Hipoclorito de sódio 5,25%, permanecendo por 10 minutos. Após, escorreu-se a solução e espalhou-se as sementes em um papel para fazer a contagem das sementes que embeberam (Figura 10).

Figura 10 - Sementes de soja que embeberam a solução de hipoclorito de sódio a 5,25%.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Segundo a EMBRAPA, quando o percentual de sementes embebidas for acima de 10%, é necessário fazer ajustes nas regulagens da colhedora (Krzyzanowski; França-Neto; Costa, 2004).

### 3.5.3 Análise de impureza

Para determinar a porcentagem de impurezas, utilizou-se o método descrito pela normativa 11/2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que tem como objetivo, classificar os tipos de soja para comercialização (MAPA, 2007). Foi utilizado a amostra de 2 kg e dividida com o auxílio de um quarteador para reduzir as amostras a 250 gramas, e após, condicionou-se a amostra em um conjunto de peneiras com duas peneiras, sendo uma com furos de 5mm de diâmetro e outra de 3 mm de diâmetro, ambas com furos redondos, onde a amostra foi peneirada em movimentos circulares por 30 segundos para separar as impurezas (Figura 11). Por final, pesou-se as impurezas para obter-se a porcentagem de impurezas em cada amostra.

Figura 11 - Processo de separação das impurezas com peneiras.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

### 3.5.4 Análise de pureza

Para a análise de pureza, seguiu-se as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009). Foi utilizado uma fração de 500 gramas da amostra de 2 kg, dividida no quarteador e classificou-se em três partes, sendo a primeira, semente pura, pertencente à espécie estudada, outras sementes, que corresponde-se por unidades de dispersão de outras espécies e por último, material inerte, que caracteriza-se por não se encaixar nas outras categorias (Figura 12). Por fim, pesou-se cada parte para obter-se a porcentagem de cada categoria (BRASIL, 2009).

Figura 12 - Pesagem da categoria material inerte.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

### 3.5.5 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado no laboratório de Sementes da Universidade Federal Fronteira Sul - *Campus Cerro Largo - RS*, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 400 sementes por unidade experimental sendo divididas em 8 repetições de 50 sementes.

As sementes utilizadas foram as da fração semente pura da análise de pureza e foram tomadas ao acaso. O método utilizado foi rolo de papel, umedecido 2,5 vezes o seu peso com água destilada, sendo disposta uma folha de papel germitest e depositado 50 sementes sobre o mesmo e após isso coberto com outra assim enroladas as duas formando um rolo. Após isso, foram colocados 4 rolos por saco e foi colocado em câmara climática do tipo B.O.D. na temperatura de 25 °C.

No 5º dia após a semeadura, foi feita a primeira avaliação, a contagem das sementes germinadas. Já no 8º dia foi realizada a contagem das sementes germinadas e a avaliação das plântulas normais, anormais e sementes mortas (Figura 13).

Figura 13 - Plântulas submetidas à análise no 8º dia do teste de germinação.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística dos resultados submeteu-se os dados à ANOVA e, mediante constatação de diferenças significativas entre os tratamentos, comparou-se as médias pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3.6 VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO

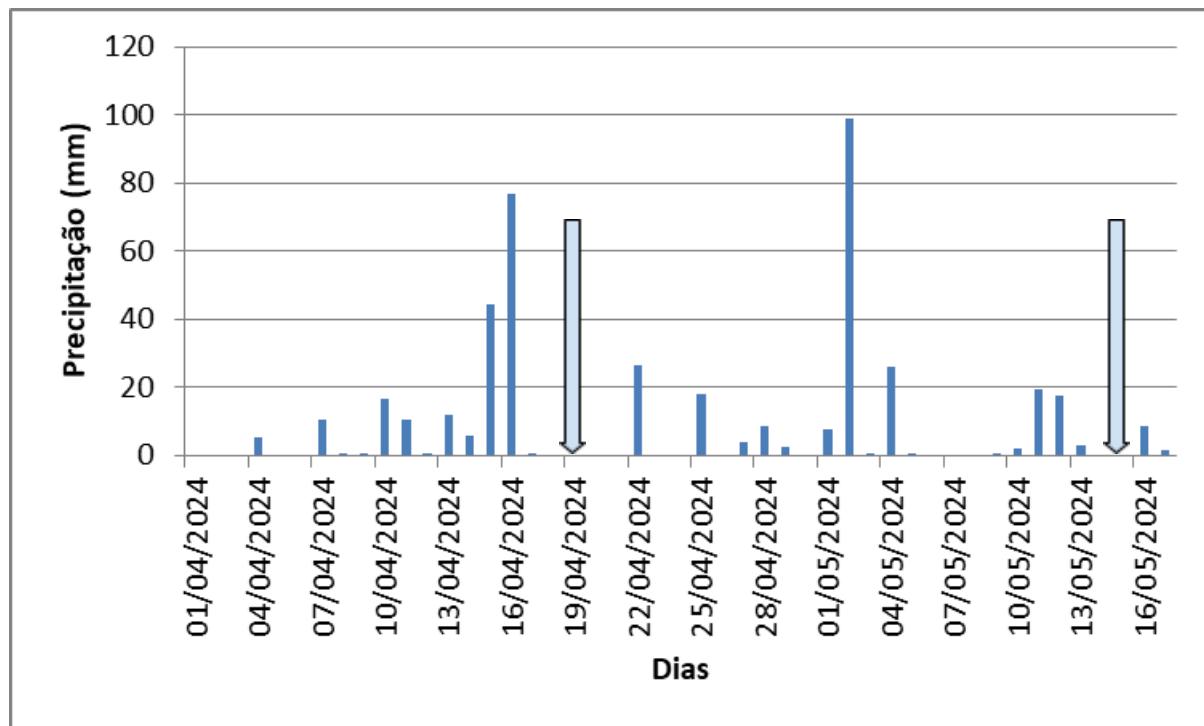
A velocidade de deslocamento foi obtida através da visualização do monitor da colhedora no momento da colheita.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DADOS DE PRECIPITAÇÕES MUNICÍPIO DE SÃO LUIZ GONZAGA/RS

De acordo com os dados de precipitações da Estação Meteorológicas do INMET em São Luiz Gonzaga - RS , indica o grande volume de chuvas acumuladas (Gráfico 1) no período que coincide com a colheita na região, o que prejudicou muito a qualidade das sementes produzidas na região.

Gráfico 1 - Dados de precipitações da Estação Meteorológicas do INMET do município de São Luiz Gonzaga/RS dos dias 01/04/2024 ao 17/05/2024.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

### 4.1 UMIDADE

#### 4.1.1 Lavoura 1

Conforme a Análise de variância (Tabela 1) para a umidade das sementes, revela que as sementes colhidas com o Combine Advisor desligado e Combine Advisor ligado obtiveram diferença.

Tabela 1 - Análise de variância (ANOVA) da umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	10,80042	10,80042	209,1937 **
Resíduo	22	1,13583	0,05163	
Total	23	11,93625		
CV= 1,37%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Observa-se na Tabela 2 que as sementes colhidas com o CA desligado apresentou umidade superior quando comparada às sementes colhidas com o CA ligado. Essa diferença na umidade se deve ao horário em que foram coletadas as sementes, uma vez que foram coletadas uma hora antes as sementes colhidas com o CA desligado em comparação ao CA ligado.

Tabela 2 - Médias de umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

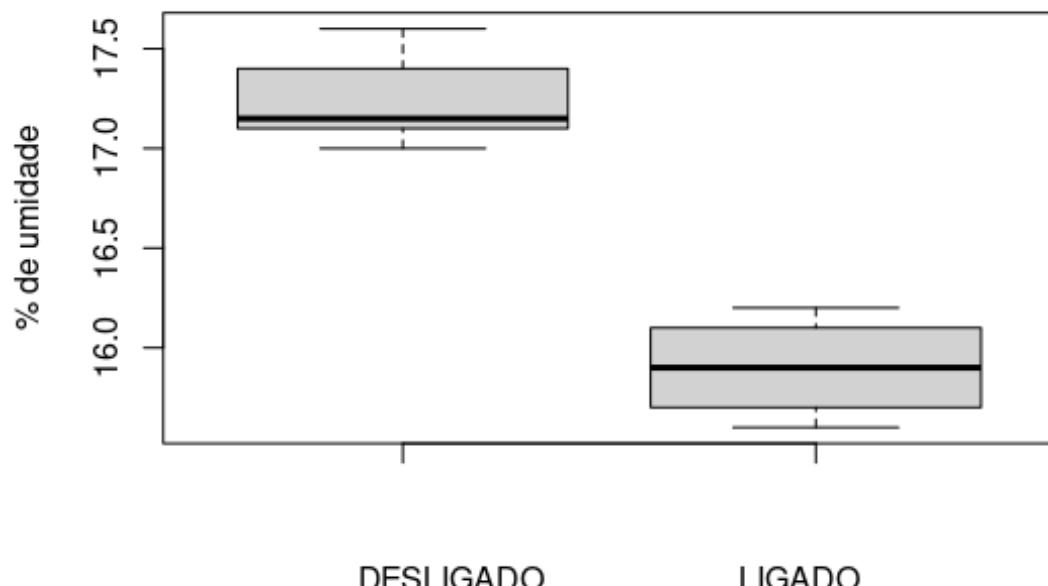
Tratamentos	Umidade (%)
CA desligado	17,23333 a
CA ligado	15,89167 b
CV	1,37%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme o Gráfico 2, observa-se que a umidade das sementes colhidas com CA ligado teve uma maior dispersão e maior média comparada à umidade das sementes colhidas com CA desligado.

Gráfico 2 - Boxplot da dispersão dos dados das umidades das sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS .



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

#### 4.1.2 Lavoura 2

Segundo a Análise de variância (Tabela 3) para umidade das sementes, revelou que houve diferença entre sementes colhidas com o CA desligado e CA ligado.

Tabela 3 - Análise de variância (ANOVA) da umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	2,16	2,16	5,1549 *
Resíduo	22	9,21833	0,41902	
Total	23	11,37833		
CV= 2,77%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com a Tabela 4, as sementes colhidas com o CA desligado apresentaram maior umidade. Essa diferença se deve ao horário de colheita que foram coletadas as sementes, uma vez que realizou-se a operação CA desligado e, posteriormente, CA ligado. Segundo Luz et al. (2018), Marcondes, Miglioranza e Fonseca (2010), em seus trabalhos, diferentes horários de colheita afetam o percentual de umidade das sementes.

Tabela 4 - Médias de umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado laboura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Tratamentos	Umidade (%)
CA desligado	23,64167 a
CA ligado	23,04167 b
CV	2,77%

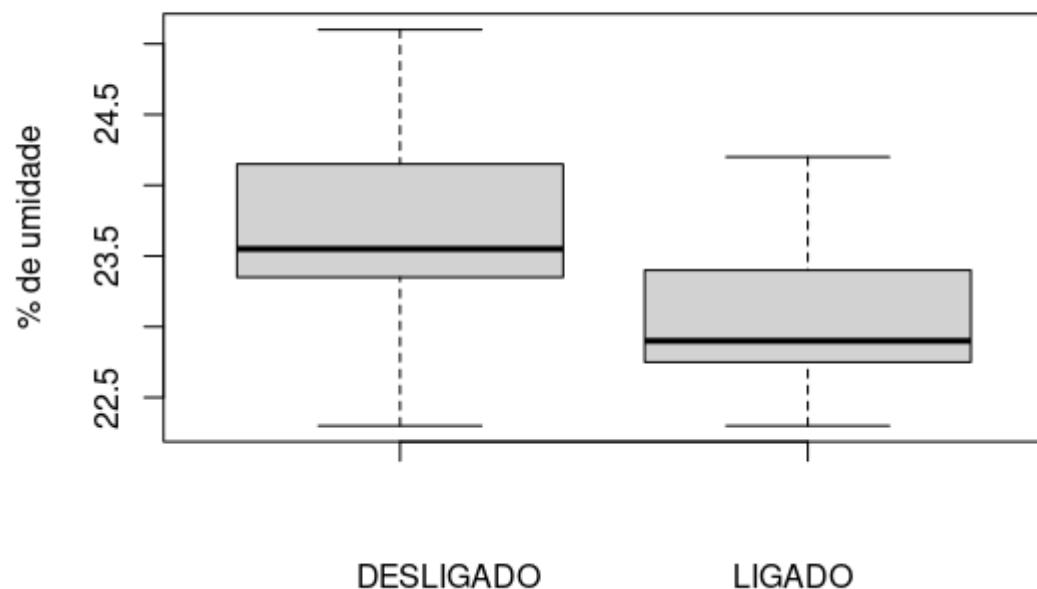
\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Em ambas as lavouras ocorreu o mesmo comportamento em relação a umidade dos grãos, demonstrando que, mesmo num curto espaço de tempo, as sementes perdem umidade no campo.

Conforme o Gráfico 3, observa-se que a umidade das sementes colhidas com CA ligado teve uma maior dispersão e maior média comparada à umidade das sementes colhidas com CA desligado.

Gráfico 3 - Boxplot da dispersão dos dados das umidades das sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

#### 4.1.3 Fatorial das duas lavouras

A análise de variância (ANOVA) para a umidade apresentou diferença entre as médias do fator 1 (lavoura 1 e 2) e, também, houve diferença significativa para o fator 2 (CA desligado e ligado) conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) factorial da umidade das sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Lavouras	1	551,48521	551,48521	2343,5347 **
CA ligado e desligado	1	11,31021	11,31021	48,0627 **
Lavouras x CA ligado e desligado	1	1,65021	1,65021	7,0126*
Tratamentos	3	564,44562	188,14854	799,5367 **
Resíduo	44	10,35417	0,23532	
Total	47	574,79979		
CV= 2,43%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade  
ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Fator 1= Lavoura 1 e 2

Fator 2= CA desligado e ligado

Também, é possível observar que houve a interação entre o fator 1 (duas lavouras) e o fator 2 (CA desligado e ligado)..

De acordo com a Tabela 6 a lavoura 2 apresentou maior umidade na operação de colheita da cultura da soja.

Tabela 6 - Médias de interação entre os fatores lavoura 1 e 2 e o CA ligado e desligado em São Luiz Gonzaga/RS.

Médias de interação		
Fator 1 x Fator 2 (AxB)		
CA		
Lavouras	Desligado	Ligado
Lavoura 1	17,2333 bA	15,8917 bB
Lavoura 2	23,6417 aA	23,0417 aB
CV= 2,43%		

Colunas - letras minúsculas Linhas - letras maiúsculas

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Segundo o Gráfico 1, no dia 13/05/2024 ocorreu uma chuva de 3,2 mm. Destaca-se que ambas as lavouras não foram utilizadas para produção comercial de sementes em função da umidade inadequada durante a operação de colheita. Conforme Terasawa et al. (2009) e França-Neto et al. (2016) a umidade adequada das sementes é na faixa de 14% a 16,9%. Umidades superiores provocam índices maiores de danos latentes nas sementes e também é necessário uma estrutura adequada de pré-limpeza e de secagem para redução da umidade a níveis adequados sem que haja perdas no vigor e na germinação pelo dano por umidade (FRANÇA-NETO et al., 2016).

## 4.2 IMPUREZAS

### 4.2.1 Lavoura 1

De acordo com a Análise de variância das impurezas (Tabela 7), é possível observar que houve diferença entre os tratamento CA desligado e CA ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA) das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	0,09058	0,09058	7,7065*
Resíduo	22	0,25858	0,01175	
Total	23	0,34915		
CV= 19,61%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Nas médias das impurezas (Tabela 8) observa-se que houve diferença, que o tratamento CA ligado apresentou maior percentual de impurezas comparado ao CA desligado.

Tabela 8 - Médias das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Tratamentos	Impurezas (%)
CA desligado	0,49133 a
CA ligado	0,61420 b
CV	19,61%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Essa diferença se deve por conta da velocidade de deslocamento da colheita ser maior com o CA ligado (Tabela 9) e o sistema priorizar manter as perdas de grãos baixas, fazendo com que as peneiras operem trabalhando com um ângulo de abertura maior e aumente a porcentagem de impurezas na massa de grãos. Jasper et al. (2021) e Braun et al. (2024) relataram em seus trabalhos que em colhedoras axiais sem nenhuma automação nas regulagens de peneiras ou velocidade do ventilador, que velocidades de 5 a 7 km/h resultam em menor porcentagem de impurezas na massa de sementes comparada à menores velocidades.

Tabela 9 - Análise de variância (ANOVA) das velocidades de deslocamento da colhedora em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	0,12810	0,12810	85,6930**
Resíduo	4	0,00598	0,00149	
Total	5	0,13408		

CV= 0,68%

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Nas médias das velocidades (Tabela 10) observa-se que houve diferença entre as velocidades de deslocamento da colhedora, onde se destacou com a maior velocidade com o CA ligado.

Tabela 10 - Médias das velocidades de deslocamento da colhedora em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

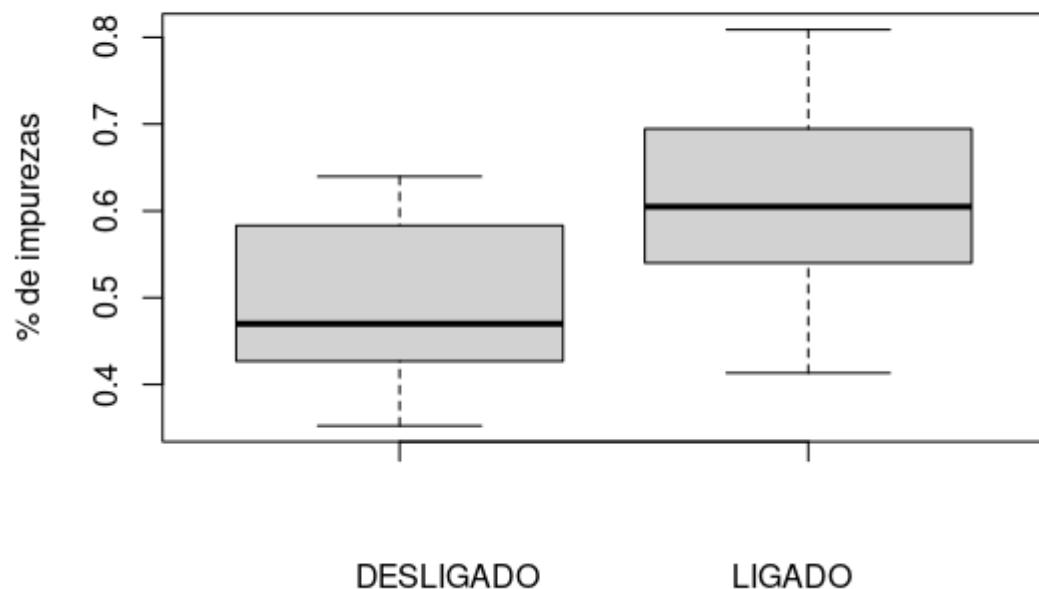
Tratamentos	Velocidade (Km/h)
CA desligado	5,53072 b
CA ligado	5,82295 a
CV	0,68%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme o Gráfico 4, a porcentagem de impurezas com o CA ligado foi maior comparada a porcentagem de impurezas com o CA desligado. Com o gráfico é possível observar que a dispersão dos dados é maior com o CA ligado, isso se deve pelas regulagens que o sistema faz automaticamente durante a operação de colheita e por conta da maior velocidade de deslocamento da colhedora, enquanto a regulagem de colheita com o CA desligado não muda.

Gráfico 4 - Boxplot da dispersão dos dados das impurezas nas sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.2.2 Lavoura 2

De acordo com a análise de variância (Tabela 11), observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos .

Tabela 11 - Análise de variância (ANOVA) das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	0,00112	0,00112	0,0047 ns
Resíduo	22	5,25927	0,23906	
Total	23	5,26038		
CV= 17,29%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com o teste de média (tabela 12), não houve diferença na porcentagem de impurezas pelo teste de scott-knott para os tratamentos CA desligado e CA ligado.

Tabela 12 - Médias das impurezas em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Tratamentos	Impurezas (%)
CA desligado	2,82170 a
CA ligado	2,83533 a
CV	17,29%

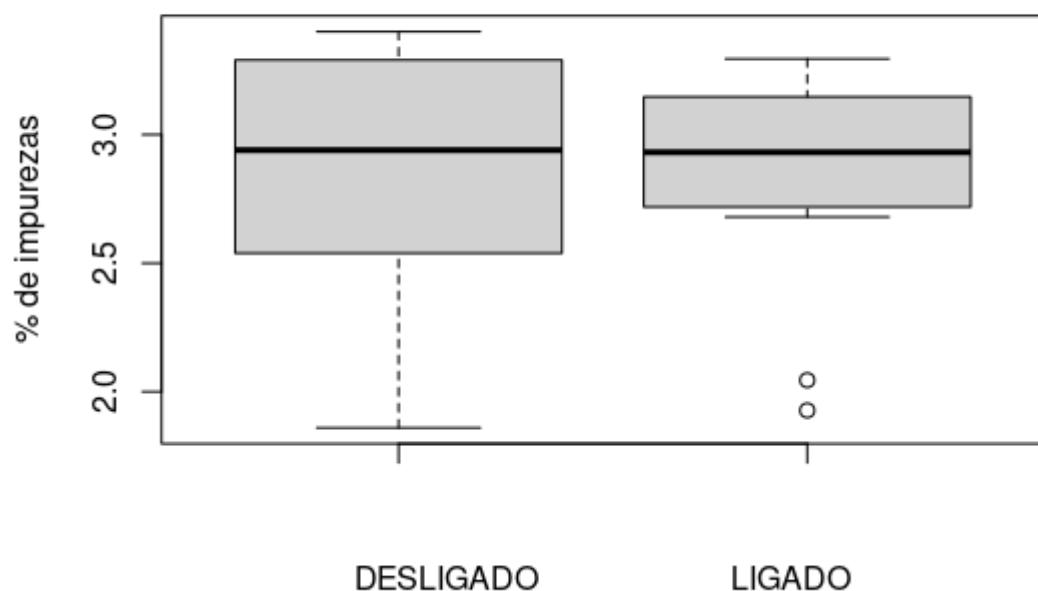
\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Na lavoura 2 de acordo com o Boxplot (gráfico 5), observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos CA ligado e desligado com teores de umidade elevados como encontrados na massa de grãos da lavoura 2. Acredita-se

que por conta da dificuldade que o sistema possui em separar as impurezas quando elas estão com mais umidade e mais pesadas.

Gráfico 5 - Boxplot da dispersão dos dados das impurezas nas sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

#### 4.2.3 Fatorial das duas lavouras

Na Análise de variância factorial para as impurezas (Tabela 13), observa-se que houve diferença entre as lavouras 1 e 2. Por outro lado, não houve diferenças entre os tratamento CA desligado e CA ligado e, também, a interação entre os fatores lavouras 1 e 2 e CA desligado e CA ligado.

Tabela 13 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de impurezas nas sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Lavouras	1	62,14846	62,14846	495,5801 **
CA ligado e desligado	1	0,0559	0,0559	0,4457 ns
Lavouras x CA ligado e desligado	1	0,0358	0,0358	0,2854 ns
Tratamentos	3	62,24015	20,74672	165,4371**
Resíduo	44	5,51784	0,12541	
Total	47	67,75799		
CV= 20,95%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Fator 1= Lavoura 1 e 2

Fator 2= CA desligado e ligado

No teste de média para o fator 1, lavoura 1 e 2 (tabela 14), a lavoura 2 diferiu estatisticamente pelo teste de scott-knot. Esse resultado se deve por conta que a lavoura 2 foi efetuada a colheita com maior umidade o que dificulta a limpeza da massa de grãos resultando em maior quantidade de impurezas.

Tabela 14 - Médias de impurezas nas sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Média do fator 1	
Tratamentos	Impurezas (%)
Lavoura 1	0,55277 b
Lavoura 2	2,82852 a
CV	20,95%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.3 DANO MECÂNICO IMEDIATO

##### 4.3.1 Lavoura 1

Na análise de variância (Tabela 15) é possível observar que não houve diferença entre os tratamentos na lavoura 1.

Tabela 15 - Análise de variância (ANOVA) do dano mecânico imediato em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	0,01042	0,01042	0,0050 ns
Resíduo	22	46,22917	2,10133	
Total	23	46,23958		
CV= 33,29%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A tabela de médias (tabela 16) é possível observar que não houve diferença entre os tratamentos pelo teste de scott-knot, ou seja, não houve diferença na qualidade das sementes colhidas com sistema CA desligado e ligado.

Tabela 16 - Médias de dano mecânico imediato nas sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

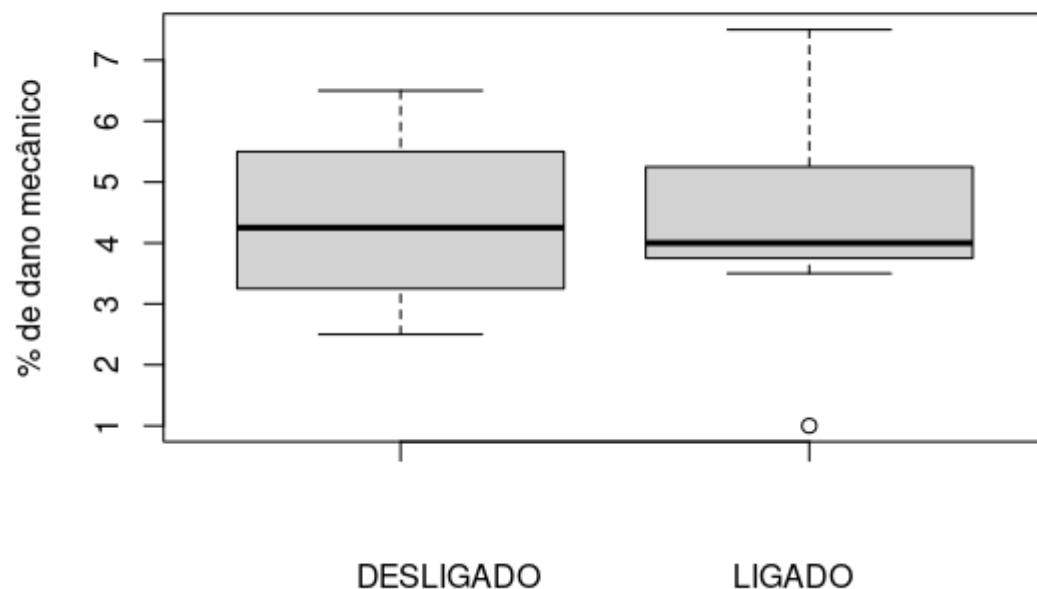
Tratamentos	Danos mecânicos (%)
CA desligado	4,37500 a
CA ligado	4,33333 a
CV	33,29%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme o Gráfico 6, é possível observar que com o CA ligado ocorre uma grande dispersão nos dados, o que pode indicar as regulagens que o sistema realizou, resultando em maior variação dos dados.

Gráfico 6 - Boxplot da dispersão dos dados de dano mecânico nas sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.3.2 Lavoura 2

Segundo a Análise de variância (Tabela 17), observa-se que houve diferença entre os tratamentos a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 17 - Análise de variância (ANOVA) do dano mecânico imediato em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	2,04167	2,04167	6,6135 *
Resíduo	22	6,79167	0,30871	
Total	23	8,83333		
CV= 83,34%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Na tabela 18 observa-se que os tratamentos diferem e as sementes colhidas com o CA ligado sofreram mais dano mecânico imediato comparadas as sementes colhidas com CA desligado.

Tabela 18 - Médias de dano mecânico imediato em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Tratamentos	Danos mecânicos (%)
CA desligado	0,37500 b
CA ligado	0,95833 a
CV	83,34%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

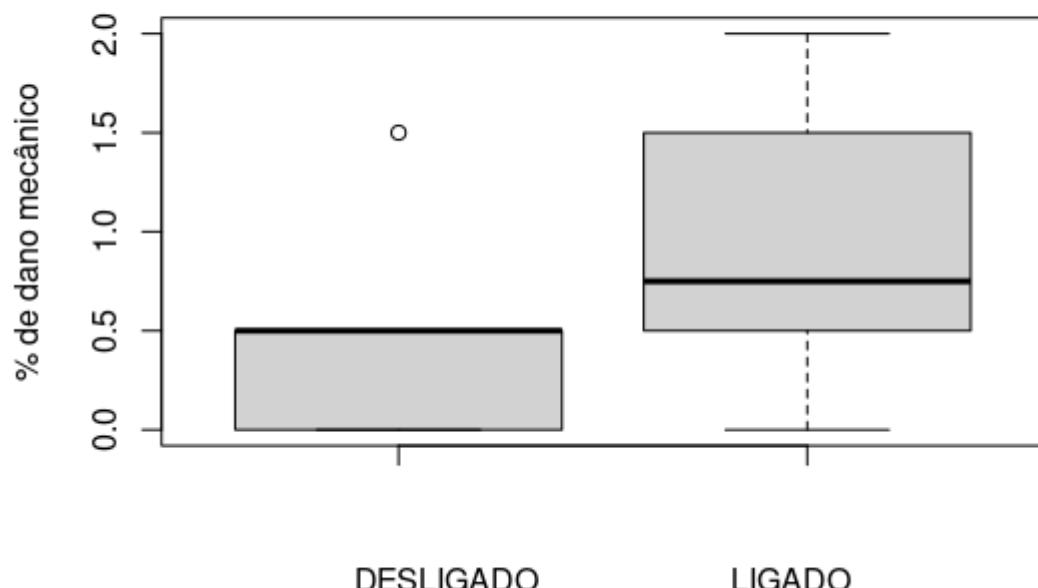
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Na tabela 18 observa-se que a diferença entre as médias é de 0,58%, e a maior média é com Combine Advisor® ligado e sendo abaixo de 1% de dano

mecânico. Essa diferença ocorre pela regulagem de abertura e fechamento do côncavo e também da maior e menor velocidade do rotor por conta das frequentes regulagens do sistema de trilha da colhedora que o sistema Combine Advisor® faz de acordo com as necessidades que o sistema entende. De acordo com as recomendações da cartilha TESTE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO PARA SEMENTES DE SOJA (EMBRAPA, 2004), índices críticos de dano mecânico imediato são quando a quantidades de sementes embebidas são superiores a 10%, e assim deve-se efetuar regulagens nos sistemas de trilha da colhedora. Camolese, Baio e Alves (2015) relataram em seu trabalho que comparando sistemas de trilha axial e radial obtiveram 0,39% e 2,24% respectivamente de dano mecânico imediato.

Conforme o Boxplot de dano mecânico imediato na lavoura 2 (gráfico 7), houve diferença significativa entre os tratamentos, destacando que as sementes colhidas com CA ligado apresentaram maior porcentagem de danos. Nesse caso também se destaca a dispersão dos dados que é maior com o CA ligado por conta das regulagens que o sistema faz.

Gráfico 7 - Boxplot da dispersão dos dados de dano mecânico nas sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.3.3 Comparação do dano mecânico imediato entre a operação nas duas lavouras

Na Análise de variância do dano mecânico (tabela 19), observa-se que existe diferença significativa entre as duas lavouras, mas não houve diferença significativa entre as médias do CA ligado e CA desligado e, também, não houve interação entre os fatores lavouras e CA ligado e CA desligado.

Tabela 19 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de dano mecânico imediato nas sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Lavouras	1	163,17188	163,17188	135,4102 **
CA ligado e desligado	1	0,88021	0,88021	0,7305 ns
Lavouras x CA ligado e desligado	1	1,17188	1,17188	0,9725 ns
Tratamentos	3	165,22396	55,07465	45,7044 **
Resíduo	44	53,02083	1,20502	
Total	47	218,24479		
CV= 43,73%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fator 1= Lavoura 1 e 2

Fator 2= CA desligado e ligado

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com o teste de médias (Tabela 20) houve diferença entre as duas lavouras. A lavoura 1 apresentou maior dano mecânico imediato comparada à lavoura 2. Essa característica pode estar atrelada a diferença no teor de umidade média entre as lavouras 1 e 2, sendo 16,56% e 23,34% respectivamente. Segundo França Neto e Henning (1984), sementes colhidas com <11% de umidade são mais suscetíveis a sofrer dano mecânico imediato e >15% estão mais suscetíveis a sofrer dano latente, o que justifica os baixos percentuais de dano mecânico imediato e a diferença entre as duas lavouras.

Tabela 20 - Médias de dano mecânico imediato nas sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Média do fator 1	
Tratamentos	Danos mecânicos (%)
Lavoura 1	4,35417 a
Lavoura 2	0,66667 b
CV	43,73%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.4 PLÂNTULAS NORMAIS

##### 4.4.1 Lavoura 1

Na Análise de variância de plântulas normais no teste de germinação (Tabela 21), observa-se que houve diferença no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado.

Tabela 21 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas normais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	263,34375	263,34375	7,1088 *
Resíduo	22	814,98958	37,04498	
Total	23	1078,33333		
CV= 33,66%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com o teste de média das plântulas normais (Tabela 22), observa-se que houve diferença e que as sementes colhidas com o CA ligado apresentou maior porcentagem de plântulas normais no teste de germinação.

Tabela 22 - Médias de plântulas normais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

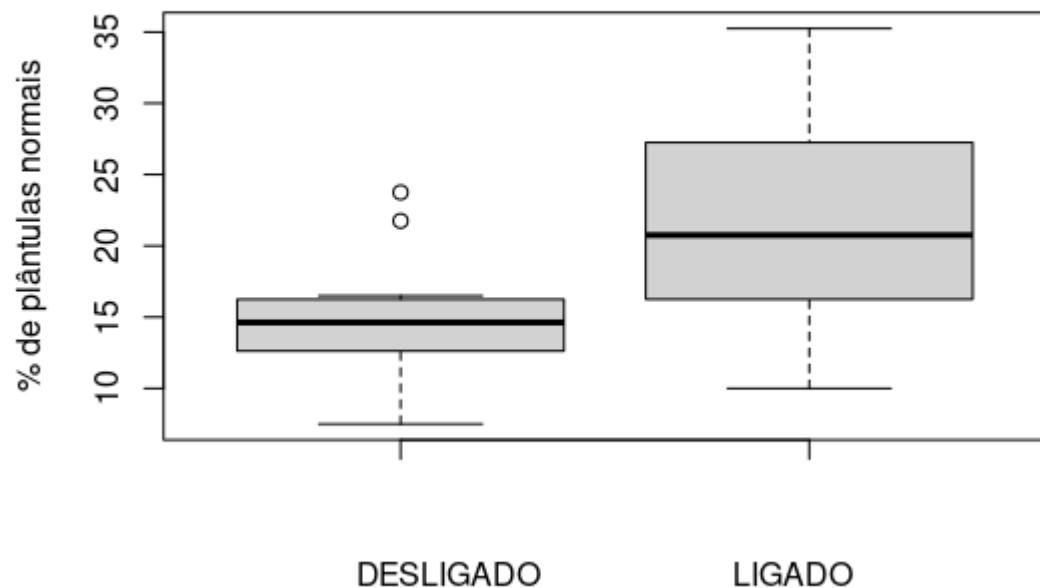
Tratamentos	Plântulas normais (%)
CA desligado	14,77083 b
CA ligado	21,39583 a
CV	33,66%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com o Gráfico 8, observa-se que o tratamento com CA ligado apresentou maior percentual de plântulas normais comparado ao tratamento com o CA desligado. Nota-se que houve uma baixa porcentagem de plântulas normais, isso se deve porque a lavoura 1 apresentou sementes de baixa qualidade por conta do excesso de chuvas na época da colheita. A permanência das sementes no campo após a sua maturidade podem sofrer deterioração por umidade por conta das flutuações de alta e baixa umidade, e também podem sofrer degradação de seus lipídios, proteínas, membranas celulares, processos oxidativos e ataque de fungos reduzindo assim a sua germinação e vigor (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Gráfico 8 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas normais no teste de germinação de sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.4.2 Lavoura 2

Na tabela de Análise de variância (Tabela 23) observa-se que não houve diferença.

Tabela 23 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	140,16667	140,16667	2,5399 ns
Resíduo	22	1214,07292	55,18513	
Total	23	1354,23958		
CV= 12,13%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com o teste de médias (tabela 24), observa-se que não houve diferença pelo teste de scott-knott.

Tabela 24 - Médias de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

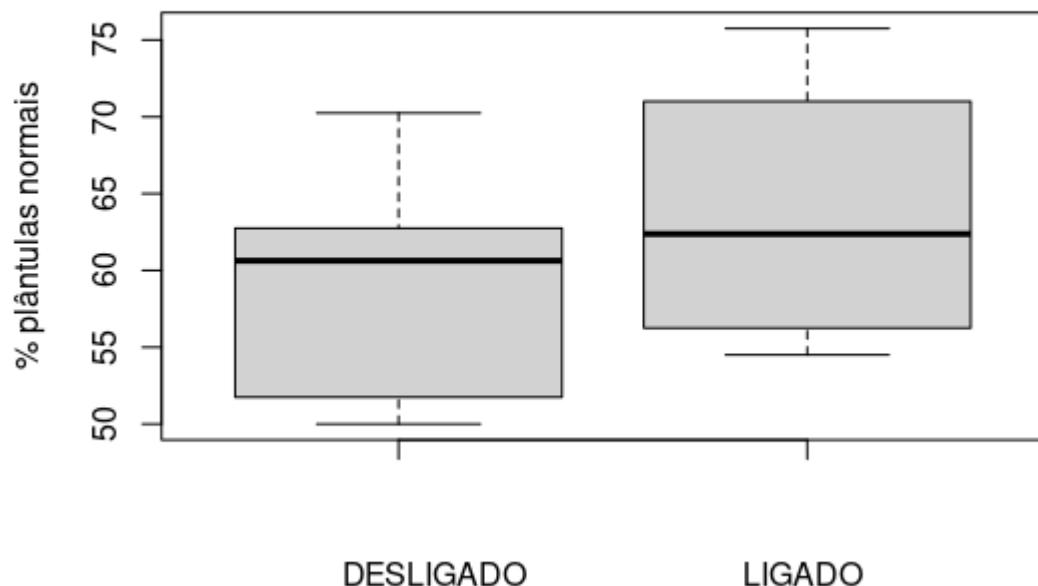
Tratamentos	Plântulas normais (%)
CA desligado	58,81250 a
CA ligado	63,64583 a
CV	12,13%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme o Gráfico 9, não houve diferença significativa entre os tratamentos CA desligado e ligado.

Gráfico 9 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas normais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.4.3 Fatorial das duas lavouras

De acordo com a Análise de variância (Tabela 25), observa-se que houve diferença entre as lavouras 1 e 2 e, também, houve diferença significativa entre o CA desligado e o CA ligado. Não houve interação entre os fatores lavouras e CA desligado e CA ligado.

Tabela 25 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
22338,7552				
Lavouras	1	22338,75521	1	484,4135 **
CA ligado e desligado				
	1	393,88021	393,88021	8,5412 **
Lavouras x CA				
ligado e desligado	1	9,63021	9,63021	0,2088 ns
Tratamentos	3	22742,26563	7580,75521	164,3879 **
Resíduo	44	2029,0625	46,11506	
Total	47	24771,32813		
CV= 17,12%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fator 1= Lavoura 1 e 2

Fator 2= CA desligado e ligado

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com o teste de médias (Tabela 26), é possível observar que existe diferença significativa entre as médias de plântulas normais entre as lavouras 1 e 2. As sementes colhidas na lavoura 2 apresentaram maior porcentagem de plântulas normais no teste de germinação em comparação às sementes colhidas na lavoura 1. A lavoura 1 sofreu com muitas chuvas na época da colheita, e portanto foi colhida

com baixa qualidade resultando em uma grande diferença na porcentagem de plântulas normais entre as duas lavouras.

Tabela 26 - Médias de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Média do fator 1	
Tratamentos	Plântulas normais (%)
Lavoura 1	18,08333 b
Lavoura 2	61,22917 a
CV	17,12%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Houve maior porcentagem de plântulas normais no teste de germinação das sementes colhidas com CA desligado de acordo com a Tabela 27.

Tabela 27 - Médias de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 com CA desligado e CA ligado em São Luiz Gonzaga/RS.

Média do fator 2	
Tratamentos	Plântulas normais (%)
CA desligado	36,79167 b
CA ligado	42,52083 a
CV	17,12 %

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ou seja, apesar das sementes colhidas com CA ligado apresentarem maior porcentagem de dano mecânico, elas também apresentaram maior porcentagem de plântulas normais. Dessa forma, conclui-se que as sementes sofreram um dano superficial que posteriormente não impediu as mesmas a germinarem e a dar origem a plântulas normais.

## 4.5 PLÂNTULAS ANORMAIS

### 4.5.1 Lavoura 1

Segundo a Tabela 28 houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 28 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas anormais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	86,26042	86,26042	9,6357 **
Resíduo	22	196,94792	8,95218	
Total	23	283,20833		
CV= 9,80%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

O teste de germinação apresentou maior porcentagem de plântulas anormais nas sementes colhidas com o CA desligado, de acordo com a Tabela 29, por conta da baixa qualidade das sementes colhidas.

Tabela 29 - Médias de plântulas anormais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado laboura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

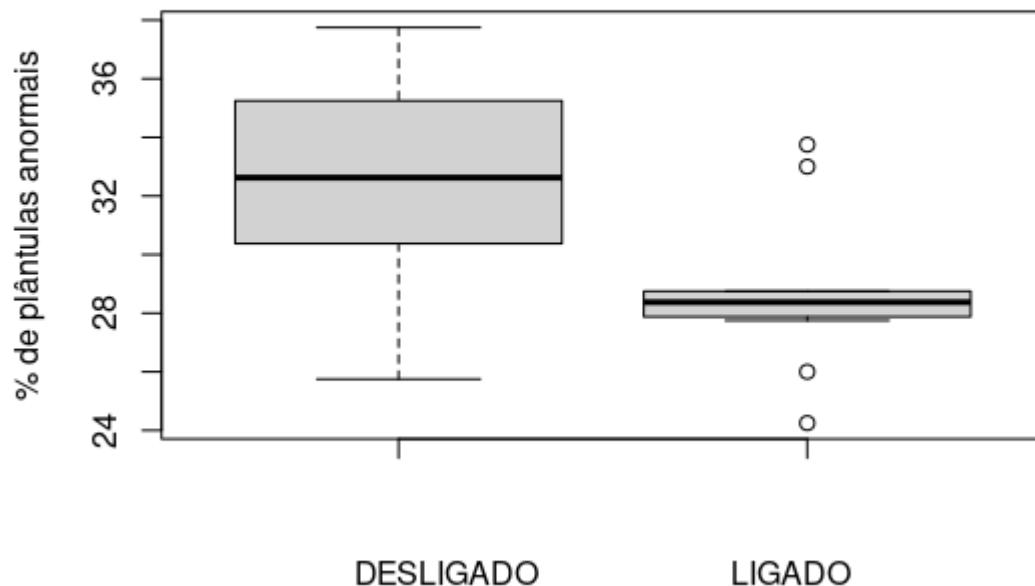
Tratamentos	Plântulas anormais (%)
CA desligado	32,43750 a
CA ligado	28,64583 b
CV	9,80 %

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme o Gráfico 10, observa-se que a porcentagem de plântulas anormais foi com o CA desligado.

Gráfico 10 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas anormais no teste de germinação de sementes colhidas com CA desligado e ligado na laboura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.5.2 Lavoura 2

De acordo com a Análise de variância (Tabela 30), não houve diferença para plântulas anormais na lavoura 2.

Tabela 30 - Análise de variância (ANOVA) de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	32,08594	32,08594	0,6941 ns
Resíduo	22	1017,03646	46,22893	
Total	23	1049,1224		
CV= 20,07%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

De acordo com o teste de médias (tabela 31), observa-se que as variáveis não diferem pelo teste de scott-knott, ou seja, não há diferença significativa na porcentagem de plântulas anormais com o CA ligado e CA desligado.

Tabela 31 - Médias de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

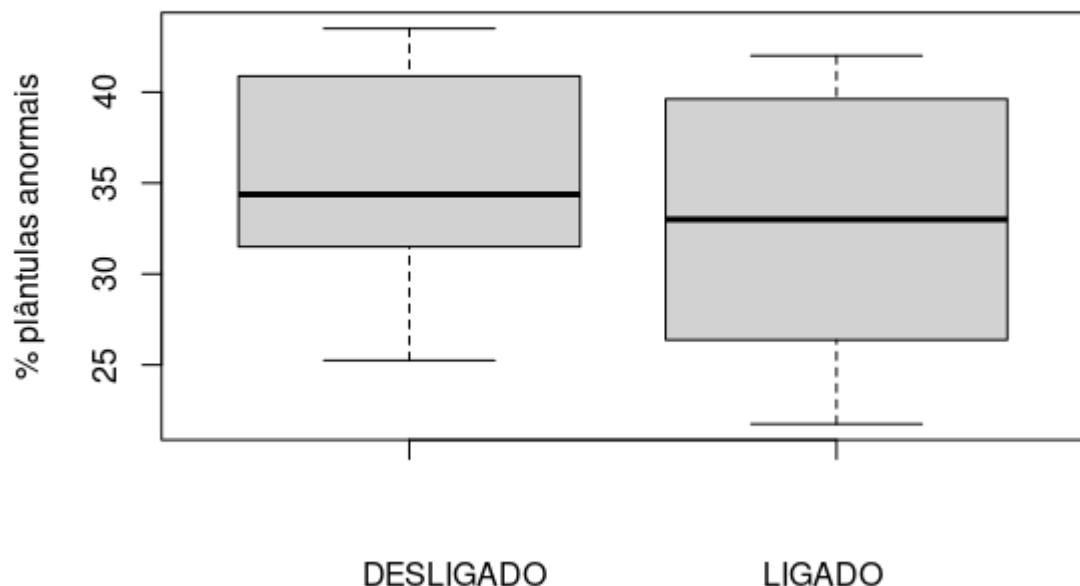
Tratamentos	Plântulas anormais (%)
CA desligado	35,04167 a
CA ligado	32,72917 a
CV	20,07%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme o Gráfico 11, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Gráfico 11 - Boxplot da dispersão dos dados de plântulas anormais no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.5.3 Fatorial das duas lavouras

Na Tabela 32, observa-se que houve diferença em relação as duas lavouras. Entre o CA desligado e CA ligado não houve diferença significativa e também não houve interação entre os fatores lavoura 1 e 2 e CA desligado e CA ligado.

Tabela 32 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Lavouras	1	134,16797	134,16797	4,8628 *
CA ligado e desligado	1	111,78255	111,78255	4,0515 ns
Lavouras x CA				
ligado e desligado	1	6,5638	6,5638	0,2379 ns
Tratamentos	3	252,51432	84,17144	3,0507 *
Resíduo	44	1213,98438	27,59055	
Total	47	1466,4987		
CV= 16,31%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fator 1= Lavoura 1 e 2

Fator 2= CA desligado e ligado

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme a média de plântulas anormais para o fator lavouras (tabela 33), observa-se que houve diferença pelo teste de scott-knott, e que a lavoura 2 apresentou maior quantidade de plântulas anormais no teste de germinação comparada a lavoura 1 por conta da baixa qualidade das sementes colhidas por conta do excesso de chuvas no final do ciclo da cultura.

Tabela 33 - Médias de plântulas anormais no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Média do fator 1	
Tratamentos	Plântulas anormais (%)
Lavoura 1	30,54167 b
Lavoura 2	33,88542 a
CV	16,31%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.6 SEMENTES MORTAS

##### 4.6.1 Lavoura 1

Na Tabela 34, observa-se que não houve diferença significativa.

Tabela 34 - Análise de variância (ANOVA) de sementes mortas no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	44,6901	44,6901	1,3218 ns
Resíduo	22	743,80729	33,80942	
Total	23	788,4974		
CV= 11,36%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

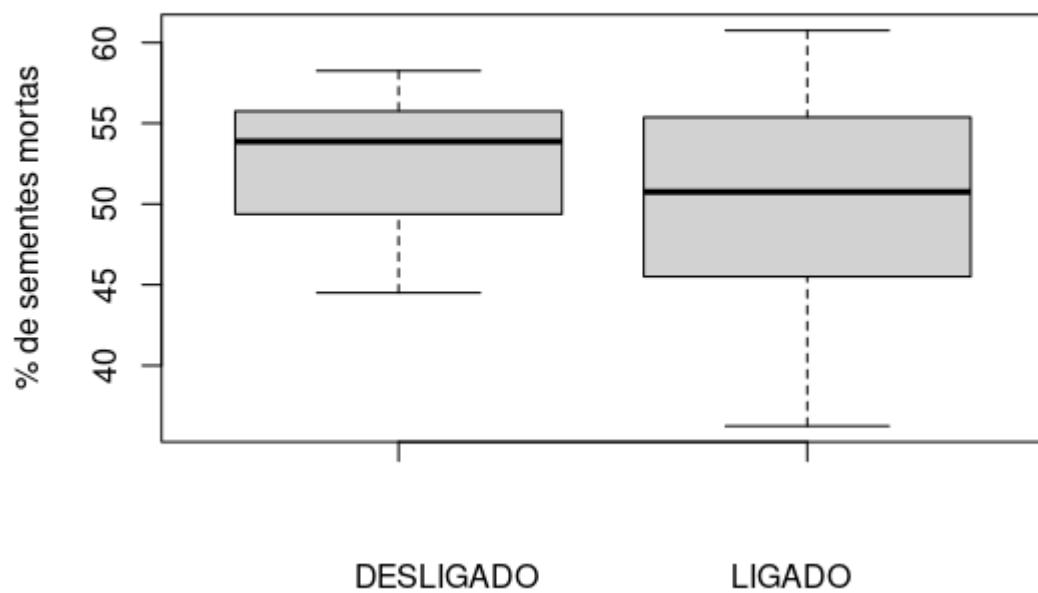
\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme o Gráfico 12, é possível observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Destaca-se também que houve uma grande porcentagem de sementes mortas, isso em decorrência da baixa qualidade das sementes.

Gráfico 12 - Boxplot da dispersão dos dados de sementes mortas no teste de germinação de sementes colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 1 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.6.2 Lavoura 2

Na Análise de variância (Tabela 35), é possível observar que houve diferença entre os tratamentos.

Tabela 35 - Análise de variância (ANOVA) de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Tratamentos	1	38,1276	38,1276	16,1714 **
Resíduo	22	51,86979	2,35772	
Total	23	89,9974		
CV= 31,43%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com as médias das sementes mortas (Tabela 36), observa-se que houve diferença e que as sementes colhidas com CA desligado resultaram em maior porcentagem de sementes mortas no teste de germinação comparadas as sementes colhidas com CA ligado. Essa diferença ocorreu por conta da permanência da semente na lavoura mesmo após alcançar o seu ponto de colheita e assim sofrendo degradação por umidade e por fungos.

Tabela 36 - Médias de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas com CA ligado e CA desligado lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

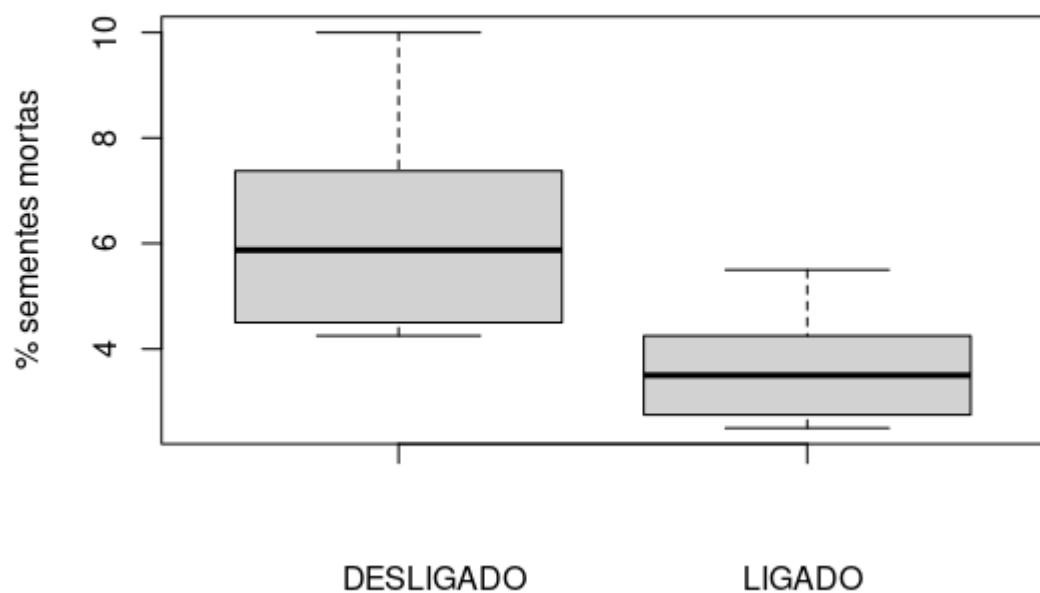
Tratamentos	Sementes mortas (%)
CA desligado	6,14583 a
CA ligado	3,62500 b
CV	31,43%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

De acordo com o Boxplot de sementes mortas (gráfico 13), observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que as sementes colhidas com CA desligado apresentaram maior porcentagem de sementes mortas no teste de germinação.

Gráfico 13 - Boxplot da dispersão dos dados de sementes mortas no teste de germinação de sementes de soja colhidas com CA desligado e ligado na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

#### 4.6.3 Fatorial das duas lavouras

Conforme a Análise de variância factorial de sementes mortas (Tabela 37) houve diferença entre o fator lavouras. A Análise de variância também indica que houve diferença entre o fator CA desligado e CA ligado. A Análise de variância conclui que a interação entre os fatores lavouras 1 e 2 e CA desligado e CA ligado não foi significativa.

Tabela 37 - Análise de variância (ANOVA) fatorial de sementes mortas no teste de germinação em sementes colhidas com CA ligado e desligado nas lavouras 1 e 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F. calculado
Lavouras	1	25738,17188	25738,17188	1423,2904 **
CA ligado e desligado	1	82,6875	82,6875	4,5725*
Lavouras x CA				
ligado e desligado	1	0,13021	0,13021	0,0072 ns
Tratamentos	3	25820,98958	8606,99653	475,9567 **
Resíduo	44	795,67708	18,08357	
Total	47	26616,66667		
CV= 15,16%				

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns não significativo

Fator 1= Lavoura 1 e 2

Fator 2= CA desligado e ligado

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme as médias de sementes mortas no teste de germinação (Tabela 38), observa-se que houve diferença significativa e que as sementes colhidas na lavoura 1 apresentaram porcentagem maior de sementes mortas comparadas às sementes colhidas na lavoura 2 por conta da degradação que sofreu no campo.

Tabela 38 - Médias de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 em São Luiz Gonzaga/RS.

Média do fator 1	
Tratamentos	Sementes mortas (%)
Lavoura 1	51,19792 a
Lavoura 2	4,88542 b
CV	15,16%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme a média de sementes mortas (Tabela 39), houve diferença entre os tratamentos do fator 2. As sementes colhidas com o CA desligado tiveram porcentagem de sementes mortas no teste de germinação mais alta comparadas com as sementes colhidas com o CA ligado. Apesar de sofrer maior porcentagem de dano mecânico imediato, as sementes colhidas com CA ligado apresentaram menor porcentagem de sementes mortas, isso ocorreu por conta da baixa qualidade das sementes colhidas.

Tabela 39 - Médias de sementes mortas no teste de germinação em sementes de soja colhidas na lavoura 1 e na lavoura 2 com CA desligado e CA ligado em São Luiz Gonzaga/RS.

Média do fator 2	
Tratamentos	Sementes mortas (%)
CA desligado	29,35417 a
CA ligado	26,72917 b
CV	15,16%

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de scott-knott

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições que o trabalho foi realizado conclui-se que:

Com o teste do hipoclorito e a análise de impurezas, foi possível observar que as sementes da lavoura com umidade média de 16,5% o dano mecânico imediato foi 3,68% maior e a quantidade de impurezas foi 2,27% menor comparado a lavoura com sementes com umidade média de 23,34%.

As médias com o *Combine Advisor®* desligado e ligado para dano mecânico imediato e para impurezas não diferiram significativamente.

Não houve correlação entre a porcentagem de danos mecânicos imediatos com a porcentagem de plântulas normais. Obteve-se grande quantidade de sementes mortas por conta da baixa qualidade das sementes pelo excesso de chuvas no final do ciclo da cultura e portanto seria ideal repetir o trabalho em condições ideais para a produção de sementes.

## REFERÊNCIAS

AGUILA , Lídia Sichmann Heiffig-del; AGUILA, Juan Saavedra del; THEISEN, Giovani. Perdas na colheita da cultura da soja. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**, Pelotas -RS, p. 1-10, 1 dez. 2011.

BOMFIM, J. L.; LIVAI, J.; de CARVALHO, T. C.; Interferência de diferentes velocidades do rotor trilhador, de uma colhedora axial no atributo físico e fisiológico de sementes de soja. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava-PR, v.12, n.3, p.31-38, Sep-Dec., 2019. DOI: 10.5935/PAeT.V12.N3.03

BONATO, Emídio. BONATO, Ana. A SOJA NO BRASIL: História e Estatística. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**. Londrina, PR. v1, n1, p. 8, 1987. Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/446431/1/Doc21.pdf>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRASMAX GENÉTICA. Cultivar região sul. 2024. Disponível em:  
<https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/>. Acesso em 18 de jun. 2024.

BRAUN, Erisson Mateus Weber; MIRANDA, Glauco Vieira; LACERDA, Klinsmann Lima; HUBNER, João Pedro Manzano. Danos mecânicos latentes e impurezas em grãos de soja com máquinas colhedoras com sistemas de trilha axial e tangencial. **Revista contemporânea**, Santa Helena - PR, v. 4, n. 1, p. 4082-4101, 29 jan. 2024.

CABRERA, Ingrid Cervo. Aplicação foliar de cálcio, qualidade fisiológica, produtividade e resistência do tegumento das sementes de soja a danos mecânicos. **Programa de pós-graduação em agronomia**, Santa Maria-RS, p. 26-45, 11 fev. 2016.

CAMOLESE, H. S.; BAIO, F. H. R; ALVES, C. Z. Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Chapadão do sul - MS, p. 21-29, 10 abr. 2015.

Conte, Osmar. **Dimensionamento de máquinas e regulagem de colhedoras**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Dimensionamento+de+m%C3%A1quinas+e+regulagens+de+colhedoras+-+Osmar+Conte.pdf/b9d8a8ea-3734-62e6-1610-62af73296c1c>. Acesso em: 1 de maio 2024.

COSTA, Nilton Pereira; OLIVEIRA, Maria Cristina Neves; HENNING, Ademir Assis; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; MESQUITA, Cézar; TAVARES, Luiz Cézar Vieira. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, ano 1996, v. 18, n. 2, p. 232-237, 24 dez. 1996.

COSTA, Nilton Pereira; MESQUITA, Cezar de Mello; MAURINA, Antoninho Carlos; FRANÇA-NETO, José de Barros; PEREIRA, José Erivaldo; BORDIGNON, José Renato; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; HENNING, Ademir Assis. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas, e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Curitiba-PR, v.23, p. 140-145, 26 abr. 2001.

DEERE & COMPANY, 2024. Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt/pe%C3%A7as-e-servi%C3%A7os/john-deere-upgrades/combine-advisor/>. Acesso em: 4 de maio de 2024.

DON MARIO GENÉTICA. Cultivar região sul. 2024. Disponível em: <https://www.donmario.com.br/cultivares-sul-2/>. Acesso em: 2 de nov de 2024.

EMBRAPA SOJA. **Teste de hipoclorito de sódio para semente de soja**, 2004.

EMBRAPA Soja, Londrina, PR; **História da Soja**, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 5 abr 2024.

EMBRAPA Soja, Londrina, PR; Características da soja, 2021. Disponível em: [FREITAS, Marcio de Campos Martins. A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. \*\*ENCICLOPÉDIA BIOSFERA\*\*, \[S. I.\], v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4287>. Acesso em: 8 abr. 2024.](https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-soja#:~:text=A%20soja%20(Glycine%20max%20(L,Glycine%20L.%2C%20esp%C3%A9cie%20max. Acesso em: 5 abr 2024.</p></div><div data-bbox=)

FRANÇA NETO, José de Barros.;KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos.;HENNING, Ademir Assis. Importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**. Londrina, PR. v1, n1. p2. 2010.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A. A. Qualidade Fisiológica e Sanitária de Sementes de Soja. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**. Londrina, PR. v1, n9,p 8 a 37, out 1984. Acesso em: 9 abr. 2024.

FRANÇA-NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; HENNING, Ademir Assis; PÁDUA, Gilda Pizzolante; LORINI , Irineu; HENNING, Fernando Augusto. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**. Londrina-PR, p. 9-74, 1 dez. 2016.

GAZZONI, Decio Luiz. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 1-108, 15 set. 2018.

GEHAKA. [S. I.], 1 jun. 2024. Disponível em:  
<https://www.gehaka.com.br/produtos/linha-agricola/medidor-de-umidade-de-graos-de-bancada/g1000>. Acesso em: 24 out. 2024.

HUNT, Caroline. Lignina no tegumento de semente de soja:: Deterioração por umidade ou dano mecânico e tamanho da amostra para o teste de tetrazólio. **Programa de pós-graduação em agronomia, Santa Maria-RS**, p. 39-54, 20 fev. 2015.

JASPER, Samir Paulo; ZIMMERMANN, Gabriel Ganancini; SAVI, Daniel; NETO, Lauro Strapasson; KMIECIK, Leonardo Leônidas; SOBENKO, Luiz Ricardo. Operational performance and energy efficiency of axial harvesters with single and double rotor systems in soybean seed harvest. **Ciência e Tecnologia**, [S. I.], p. 1-12, 28 fev. 2021.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; FRANÇA-NETO, José de Barros; OLIVEIRA, Gustavo Roberto Fonseca de; HENNING , Fernando Augusto. Teste do hipoclorito de sódio para determinação da ocorrência de microfissuras no tegumento da semente de soja. **Circular técnica**, [S. I.], p. 1-14, 1 fev. 2023.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; FRANÇA-NETO, José de Barros; HENNING, Ademir Assis. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. [S. I.: s. n.], 2018.

LUZ, Gean Lopes da; CATTAPAN , Itamar; MENEGHINI, Ana Luiza; JUNGES, Maria; LAJÚS, Cristiano Reschke. Danos em sementes de soja por sistemas de trilha. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba - SC, p. 121-128, 15 dez. 2018.

MAPA, Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007. Disponível em:  
<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1194426968>. Acesso em 6 de maio de 2024.

MARCONDES, Maria C.; MIGLIORANZA, Édison; FONSECA, Inês C. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia agrícola Jaboticabal**, [S. I.], p. 315-321, 10 abr. 2010.

MESQUITA, Cezar de Mello. Colhedoras de grãos e a qualidade da soja. [S. I.], 1 fev. 1999. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/2532-colhedoras-de-graos-e-a-colheita-da-soja-edicao-janeiro-1999>. Acesso em: 1 maio 2024

MOLIN, José Paulo. Colhedoras de grãos. [S. I.], 1 jan. 2018. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4453313/mod\\_resource/content/1/Colhedoras%20de%20gr%C3%A3os.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4453313/mod_resource/content/1/Colhedoras%20de%20gr%C3%A3os.pdf). Acesso em: 1 maio 2024.

NAGAOKA, Alberto Kazushi. Máquinas para colheita de grãos. [S. I.], 9 jan. 2024. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/maquinas-para-colheita-de-graos>. Acesso em: 2 maio 2024.

OLIVEIRA, A. FERREIRA, B. Biotecnologia aliada da Agricultura e na produtividade da soja. **Revista Científico Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**, Itapeva-SP, n2. nov,2020. Disponível em: [https://fait.revista.inf.br/images\\_arquivos/arquivos\\_destaque/SMLi3MfWJotMX7I\\_2021-6-8-16-41-51.pdf](https://fait.revista.inf.br/images_arquivos/arquivos_destaque/SMLi3MfWJotMX7I_2021-6-8-16-41-51.pdf). Acesso em: 08 abr. 2024

STROBEL, Thiago. Influência do sistema de trilha na qualidade física e fisiológica de sementes de soja submetidas a períodos de armazenamento. **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes**, Pelotas -RS, p. 18-23, 8 dez. 2015.

TERASAWA, José Maurício; PANOBIANCO, Maristela; POSSAMAI, Edilberto; KOEHLER, Henrique Soares. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Tecnologia de sementes e fibras**, [S. I.], p. 765-773, 16 fev. 2009.

VIEIRA, Bruno G. T. L.; DA SILVA, Rouverson P.; VIEIRA, Roberval D. Qualidade física e fisiológica de semente de soja colhida com sistema de trilha axial sob diferentes velocidades de operação e rotações do cilindro trilhador. **Engenharia agrícola**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 478-482, 12 maio 2006.