

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE GRÃOS EM SEMEADORAS DE GRÃOS GRAÚDOS  
UTILIZANDO SISTEMA DOSADOR V CONTROL

por

Guilherme Dexheimer Rampon

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Engenheiro Mecânico.

Porto Alegre, janeiro de 2025

Rampon, Guilherme Dexheimer  
ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE GRÃOS EM SEMEADORAS DE  
GRÃOS GRAÚDOS UTILIZANDO SISTEMA DOSADOR V CONTROL /  
Guilherme Dexheimer Rampon. -- 2025.  
25 f.  
Orientador: Patric Daniel Neis.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de  
Engenharia, Curso de Engenharia Mecânica, Porto  
Alegre, BR-RS, 2025.

1. estabilidade na distribuição de sementes em  
altas velocidades. 2. condutor de sementes com  
elevador de grãos. 3. transporte por correias. I.  
Neis, Patric Daniel, orient. II. Título.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

por

Guilherme Dexheimer Rampon

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE GRÃOS EM SEMEADORAS DE GRÃOS GRAÚDOS  
UTILIZANDO SISTEMA DOSADOR V CONTROL

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DOS  
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
**ENGENHEIRO MECÂNICO**  
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Prof. Ignacio Iturrióz  
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Área de Concentração: Processos de Fabricação

Orientador: Prof. Patric Daniel Neis

Comissão de Avaliação:

Prof. Rafael Antonio Comparsi Laranja

Prof. Liu Yesukai de Barros

Prof. Darci Barnech Campani

Porto Alegre, 08 Janeiro de 2025

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho principalmente à minha mãe, Elisa Dexheimer Rampon, que me ajudou muito durante várias conturbações ao longo do curso, estas que fizeram com que o atrasasse, porém, nunca deixou de apoiar o término do mesmo. Com certeza, sem o apoio dela não seria possível.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a oportunidade de ter estudado nesta Escola de Engenharia, no curso de Engenharia Mecânica. Já tive a oportunidade de anteriormente cursar este mesmo curso em outra instituição, e posso afirmar que o nível de cobrança da UFRGS é acima da média, tendo como resultado um maior conhecimento gerado aos alunos.

Obrigado ao meu professor orientador Patric Daniel Neis, pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho e orientação, moldando as ideias de forma que fiquem mais bem apresentadas ao leitor.

Gostaria de agradecer a empresa Top Planting, pelo apoio técnico e disponibilidade de equipamentos para realizar a coleta de dados e conversar sobre as soluções apresentadas para o problema de produtividade numa semeadora, principalmente atrelado à velocidade de plantio com qualidade, para, assim, atingir uma produtividade maior no dia a dia.

Dexheimer Rampon, Guilherme. **Estudo da distribuição de grãos em semeadoras de grãos graúdos utilizando sistema dosador V Control**. 2025. 25. Monografia de Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025.

## **RESUMO**

Será avaliado o desempenho de um dosador de sementes pneumático com sistema de esteiras para grãos em substituição ao condutor de sementes em queda livre, onde um dosador mecânico e um condutor em queda livre será utilizado como um sistema de referência. O dosador e condutor de sementes são modelos V Top e V Control, ambos da empresa Top Planting. O objetivo principal deste trabalho é alcançar altas velocidades, superior a  $10 \text{ km.h}^{-1}$ , mantendo uma estabilidade de semeadura independente da velocidade de trabalho. Será utilizado uma semeadora convencional com dosador de sementes com disco perfurado horizontal e condutor de sementes em queda livre, para referência. O experimento será realizado em área agrícola, com o auxílio de duas semeadoras, para facilitar a semeadura e a coleta de dados simultânea do sistema testado e o sistema de referência. O teste atingiu a velocidade de  $12 \text{ km.h}^{-1}$  para o sistema V Control, com resultados melhores que os apresentados pela semeadora de referência a  $6 \text{ km.h}^{-1}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** dosadores, semeadora, velocidade, distribuição de sementes;

Dexheimer Rampon, Guilherme. **Study of large grain distribution in seeders using the V Control seed doser system**. 2025. 25. Mechanical Engineering End Of course Monography – Mechanical Engineering degree, The Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025.

## **ABSTRACT**

The performance of a pneumatic seed feeder with a grain conveyor system will be evaluated to replace the free-falling seed conductor, where a mechanical feeder and a free-falling conductor will be used as a reference system. The seed feeder and driver are models V Top and V Control, both from Top Planting. The main objective of this work is to achieve high speeds of more than 10 km.h<sup>-1</sup> while maintaining seeding stability regardless of the working speed. A conventional seeder with a horizontal perforated disk seed feeder and a free-falling seed conductor will be used as a reference. The experiment will be carried out in a commercial area, with the aid of two seeders, to facilitate simultaneous sowing and data collection for the tested system and the reference system. The test reached a speed of 12 km.h<sup>-1</sup> for the V Control system, with better results than those presented by the reference seeder at 6 km.h<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** seeder, high speed, seed belt.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho de referência de um dosador de discos perfurados horizontal .....	14
Figura 2 - Desenho de referência de um dosador pneumático .....	15
Figura 3 - Sistema desenvolvido pela John Deere: demonstração gráfica de como seria a operação e o condutor com um elevador de escovas .....	16
Figura 4 - Visão ampla do condutor com correia de borracha .....	16
Figura 5 - Área Experimental delimitada em vermelho .....	17
Figura 6 - Coleta de dados da variável distribuição de sementes no local .....	19
Figura 7 - Trajetória de sementes dentro de um condutor .....	22
Figura 8 - Imagem relacionando a trajetória de sementes dentro do sistema V Control.....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Demonstrativo das parcelas no campo experimental para a semeadora de referência, onde D se refere ao dosador e V a velocidade.....	18
Tabela 2 - Demonstrativo das parcelas no campo experimental para a semeadora com sistema V Control, onde D se refere ao dosador e V a velocidade.....	18
Tabela 3 - Classificação de Aceitáveis, Duplas e Falhas .....	20
Tabela 4 - Demonstrativo de médias, desvio padrão e coeficiente de variação em porcentagem, dos dados coletados da distância entre sementes. D1: TopX3; D2: Titanium; D3: V Control	21
Tabela 5 - Porcentagem de sementes consideradas aceitáveis, duplas e falhas. D1: TopX3; D2: Titanium; D3: V Control .....	21

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>13</b>
2.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	13
<b>3.</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS DOSADORES DE DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES.....</b>	<b>14</b>
3.1.	DOSADOR DE DISCO PERFURADO HORIZONTAL E DOSADOR PNEUMÁTICO .....	14
3.2.	CONDUTOR DE SEMENTES COM SISTEMA DE ESTEIRA .....	15
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
4.1.	ÁREA EXPERIMENTAL.....	17
4.2.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	17
4.3.	CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	18
4.4.	CARACTERIZAÇÃO DOS TRATORES E SEMEADORAS.....	18
4.4.1.	SEMEADORA COM SISTEMA DE REFERÊNCIA .....	18
4.4.2.	SEMEADORA COM SISTEMA V CONTROL .....	19
4.5.	MEDIÇÕES DE VELOCIDADE.....	19
4.6.	DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES .....	19
4.7.	ANÁLISE DE DADOS .....	20
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A semeadura é um estágio muito importante na produção de alimentos, visto que o resultado da entrega de alimentos depende deste processo. Como consequência, ao longo dos anos, aparecem com frequência desenvolvimentos de tecnologias e estudos para melhorá-la. Por isso, nesse trabalho será realizado um estudo para avaliar as variações na regularidade da distribuição de sementes graúdas. No caso do estudo, foi realizada a semeadura de soja, utilizando como mecanismo de regulação, um dosador pneumático.

A uniformidade de distribuição das sementes é uma das características que mais contribui para a obtenção de estandes de plantas (número final de plantas nascidas) satisfatório e boa produtividade das culturas. Na semeadura mecanizada, diversos fatores interferem no estabelecimento do estande de plantas e, frequentemente, na produtividade da cultura, dentre os quais se destacam a velocidade de operação da semeadora REIS et al. (2007).

O processo da semeadura deve ser feito respeitando certas condições de solo ideal, o qual não pode estar nem com umidade excessiva e nem com baixa umidade. Somado a isso, deve-se respeitar o intervalo de dias recomendado para a semeadura, para se obter ganhos de produtividade. Entretanto, ao longo do período mais adequado para plantação, as condições de solo nem sempre estão ideais, resultando, por exemplo, em um período de 30 dias com 20 dias adequados para o plantio. O curto período de dias de semeadura em condições de clima favorável faz, muitas vezes, com que haja necessidade de aumento na velocidade de semeadura para semear na época recomendada MARTIN et al. (2022). Acontece que o aumento da velocidade provoca uma variação na trajetória das sementes durante o processo de semeadura, causando o “repique” dentro do tubo condutor, atrasando ou antecipando a queda da semente no solo e alterando o espaçamento entre as sementes na fileira FERREIRA et al. (2019). Este é um dos motivos pelos quais se evita trabalhar em altas velocidades, conforme verificado por REYNALDO et al. (2016) já demonstraram. Em outras palavras, o aumento da velocidade trouxe como problema a queda de produtividade em kg/ha em razão da má distribuição das sementes.

No processo agrícola de semeadura, o estande (número final de plantas nascidas) adequado e a uniformidade de distribuição de sementes são apontados como variáveis de alta influência na produtividade. Esses fatores podem ser afetados por inúmeras variáveis, sendo a velocidade de semeadura uma das mais importantes REYNALDO et al. (2016). Quando não se obtém o estande de plantas desejado, as plantas de soja diferenciam-se por razões dos mecanismos compensatórios dos espaços falhos e duplos e apresentam respostas desiguais em diferentes níveis desses espaços. É determinado o que é um espaço falho ou duplo em função do que seria o espaço ideal entre plantas ABNT (1996). Considera-se uma falha quando existe um espaçamento 1,5 vezes maior que o ideal, e duplo quando ele é 0,5 vezes menor. Essa contagem é realizada no espaçamento entre duas plantas dentro da fileira e são considerados aceitáveis quando um espaçamento estiver dentro dos limites citados. Essa denominação de espaço falho, duplo e ideal tem relação direta com a uniformidade da semeadura, haja vista que, mais espaçamentos aceitáveis significa uma melhor uniformidade do estande (espaçamento entre plantas nascidas). A má homogeneidade do espaçamento entre plantas em alguns pontos da fileira pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido e, portanto, mais propensas ao acamamento (ocorre quando a haste fica muito fraca e a planta muito alta, neste caso a haste não consegue sustentar o peso da planta e acaba ficando acamada no solo) MARTIN et al. (2022). Uma condição ideal, sem variabilidade na distribuição de plantas, dificilmente pode ser alcançada em nível de lavoura comercial, devido as condições do solo.

Essas condições nunca serão perfeitas, pois mesmo com um preparo de nivelamento prévio do solo, com o tráfego de máquinas e precipitações durante meses e anos, o solo voltará a ter irregularidades. Essas irregularidades vão gerar vibrações para as linhas de semeadura, fazendo com que prejudique a distribuição de sementes no solo.

JASPER et al. (2011) observaram que o aumento da velocidade de 4 para 12 km/h não alterou a população final de plantas de soja, tanto na semeadora convencional com discos perfurados horizontais como na semeadora com dosador pneumático, mas impactou, de forma negativa, o número de espaçamentos aceitáveis, mesmo com a utilização de semeadora pneumática. Já analisando a produtividade final, ainda que a soja tenha a capacidade de compensar falhas e duplas, REYNALDO et al. (2016) observaram que a alteração de velocidade de 4 para 12 km/h apresentou uma queda de 4,75% na produtividade final, devido à má distribuição do estande. Neste estudo, a produtividade mais elevada foi apresentada pela velocidade de 4 km/h com 3.610 kg/há. Esse resultado de produtividade comprova que as características de distribuição e uniformidade de plantas podem influenciar no aproveitamento eficiente dos recursos naturais, tais como luz, água e nutrientes para maximizar a produtividade.

As sementes que são liberadas no condutor de sementes de uma semeadora convencional, adquirem, em queda livre, uma componente vertical de velocidade por causa da aceleração da gravidade, e uma componente horizontal decorrente da velocidade de avanço da semeadora. A componente horizontal faz com que, normalmente, as sementes rolem ou saltem para fora do local de destino, no momento do impacto com o solo. Portanto, é desejável que o componente horizontal de velocidade das sementes seja minimizado ou eliminado, de modo que seja regularmente depositada no solo PACHECO et al. (1996). O sistema de transporte por correia dentada minimiza os efeitos da gravidade ao utilizar correias dentro do condutor para transportar as sementes, garantindo que elas sejam depositadas regularmente no ponto de destino em velocidades constantes, resultando em uma melhor distribuição no solo. No mesmo estudo, PACHECO et al. (1996) testaram conceitos geométricos de condutores em dosadores de discos horizontais, assim como posições e alturas para a queda livre distintas. Todos os sistemas empregados pelos referidos autores utilizando a gravidade para a semente chegar ao solo. O estudo concluiu que independentemente da geometria dos condutores, o aumento de velocidade de avanço piorou o desempenho da semeadora estudada.

A distribuição está diretamente limitada ao sistema que envolve dosadores de sementes e condutores de sementes. Os dosadores e condutores fazem parte do conjunto que envolve todo o implemento, podendo ser atualizado sem a necessidade de trocar todo o equipamento. Nesse sistema de dosador e condutor, quando as sementes são distribuídas em baixa velocidade, tem-se ótimos resultados. Para isso, é necessário realizar um estudo para validar se o novo sistema é capaz de manter a uniformidade na distribuição, mesma em altas velocidades. (superior a 10 km/h). Os resultados das medições da distribuição serão apresentados como desvio padrão e Coeficiente de Variação (CV) para as distâncias medidas em centímetro entre sementes, assim como as contagens de sementes duplas, falhas e aceitáveis respeitando as normas da ABNT (1996). O foco é observar as variações ocorridas na semeadora com sistema de transporte por correia dentada, quando se aumenta a velocidade de deslocamento. Para isso, apenas parâmetros de distribuição horizontal das sementes serão avaliados, ou seja, não serão analisados parâmetros verticais (profundidade da semeadura).

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar as influências do aumento da velocidade na utilização do sistema de dosador e condutor de sementes equipado com o sistema de transporte por correia dentada, utilizado em semeadoras-adubadoras. Esse sistema tem como objetivo oferecer uma solução que permita o aumento da velocidade de plantio sem comprometer a qualidade da distribuição de sementes, mesmo com o aumento da velocidade de trabalho.

### 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Aumentar a velocidade de trabalho;
- b) Superar a velocidade de 10 km/h com resultado de distribuição satisfatório;
- c) Manter a distribuição de sementes em velocidades maiores;
- d) Melhorar a distribuição de sementes em velocidades idênticas.

### 3. DESCRIÇÃO DOS DOSADORES DE DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES

#### 3.1. DOSADOR DE DISCO PERFURADO HORIZONTAL E DOSADOR PNEUMÁTICO

De acordo com MARTIN et al. (2022), os sistemas dosadores de sementes, compostos pelo mecanismo de acionamento e pelo próprio dosador, são responsáveis pela dosagem das sementes conforme a densidade de semeadura preestabelecida, sendo considerados o componente mais importante da semeadora de precisão. Entretanto é relevante destacar que a condução das sementes ao solo não é uma função do dosador, mas sim do sistema de transporte utilizado após a dosagem.

Para os dosadores mecânicos, as sementes estão armazenadas no depósito principal, situado acima do sistema dosador entrando em contato com o disco horizontal perfurado que possui movimento de rotação, capturando, assim, as sementes em seus alvéolos, e, de acordo com a densidade de semeadura pré-estabelecida, liberando a semente na extremidade de um tubo condutor, conduzindo-a até o solo. Estes discos são acionados diretamente em sua base, por um sistema de coroa e pinhão. Os discos perfurados podem ter diferentes quantidades de furos, podendo ainda possuir uma ou duas fileiras de furos. Quanto ao formato, os furos podem ser redondos ou oblongos. Contudo, em todos esses casos o funcionamento básico baseia-se na gravidade.

No sistema dos discos perfurados, existe um anel liso abaixo do disco, por onde ele escorrega. Em uma determinada parte do anel, existe uma abertura, onde o grão cai por gravidade. Porém, caso isso não aconteça, existe um sistema forçado que utiliza um martelete para realizar a expulsão desse grão para baixo, conforme Figura 1 que demonstra o elemento ejetor (martetele). O local onde os grãos caem é protegido por um sistema de raspadores, onde se encontra também o martelete de ejeção. Frequentemente as empresas tentam melhorar esse sistema adicionando organizadores de grãos, raspadores e folgas.

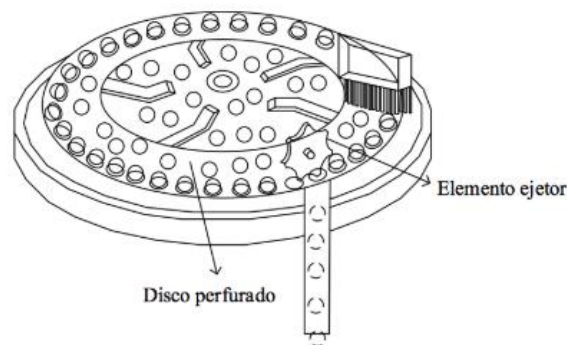


Figura 1 - Desenho de referência de um dosador de discos perfurados horizontal  
(Fonte: Ricardo Dalacort e Luiz Stevan Jr., 2017).

Um ponto desfavorável, com relação aos dosadores de disco perfurado, é que a medida em que a velocidade da semeadora aumenta, a rotação do disco também aumenta. Então, vibrações e outras forças, como a força centrípeta, passam a exercer influência. Para semeadoras com dosadores mecânicos, a população pode diminuir à medida que a velocidade aumenta. Isto pode ser causado pelo aumento da velocidade tangencial do disco alveolado de sementes, que reduz o tempo de captura das sementes nos alvéolos, dificultando o correto alojamento das mesmas. Além disso, há a dificuldade dos singularizadores, dispositivos responsáveis por eliminar sementes em excesso e garantir que apenas uma semente seja liberada por vez, em expulsar as sementes sobressalentes devido ao menor tempo de ação Damasceno (2017).

Para resolver os problemas associados aos dosadores por gravidade, criou-se o dosador pneumático. Este tipo de dosador, apesar de antigo, é utilizado até hoje como o superior no mercado para distribuição de sementes. Como a patente está vencida, existem múltiplas empresas que o desenvolvem. O dosador pneumático foi criado nos anos 1960 pela John Deere, que introduziu a primeira plantadeira que utilizava ar para distribuir as sementes de forma uniforme.

O dosador pneumático, Figura 2, também utiliza um disco perfurado. Diferentemente do dosador por gravidade, no dosador pneumático o disco fica na vertical, fazendo com que seja dispensável a necessidade de raspadores, martelete ou qualquer mecanismo de proteção para duplicidade de sementes no disco. Isso se deve ao fato que é aplicado uma sucção no sistema de disco e quem faz a vedação é a própria semente, ficando suspensa na vertical. As outras sementes, que não estão no furo do disco, ficam na parte de baixo, por não estarem sofrendo essa força para se manter aderidas ao disco. Em certo momento, o vácuo é cortado e a semente desprende do disco, fazendo com que ela caia no condutor de sementes e vá ao solo em queda livre por esse condutor.

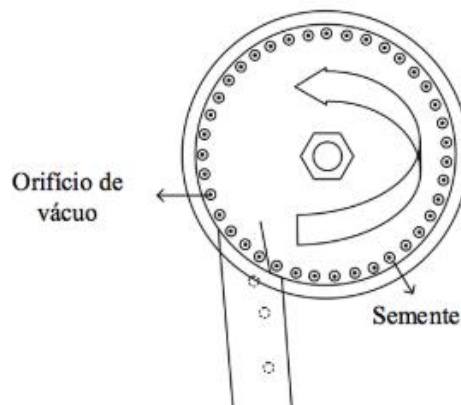


Figura 2 - Desenho de referência de um dosador pneumático  
(Fonte: Adaptado de Ricardo Dalacort e Luiz Stevan Jr., 2017).

As semeadoras pneumáticas possuem turbinas que tem como objetivo gerar um diferencial de pressão, sendo a sucção de ar a forma de captação de sementes como observado na Figura 2. As sementes são presas no orifício do disco, em função do diferencial de pressão e transportadas para o condutor.

Para as semeadoras pneumáticas, o aumento de velocidade de deslocamento causa excessiva força centrífuga, devido a maior velocidade tangencial do disco para acompanhar a velocidade do implemento, pois a deposição de sementes em velocidades maiores deve ser realizada de maneira mais rápida, o que diminui a regularidade de distribuição, reduzindo, assim, o estande (plantas nascidas) da cultura Damasceno (2017). Segundo ALONÇO et al. (2014), comparando os dosadores mecânicos de disco horizontal e dosadores pneumáticos a vácuo, diversos autores atribuem uma melhor distribuição das sementes para os dosadores pneumáticos e, conseqüentemente, maior produtividade.

### 3.2. CONDUTOR DE SEMENTES COM SISTEMA DE ESTEIRA

Como demonstração sobre outro conceito para resolução do problema da falta de homogeneidade da distribuição das sementes, vale citar que a empresa John Deere começou a desenvolver um sistema baseado em elevadores de grãos na mesma época em que os protótipos

da empresa parceira. Porém, a referida empresa utilizou um sistema de escovas para impossibilitar o movimento aleatório da semente, conforme demonstrado na Figura 3.



Figura 3 - Sistema desenvolvido pela John Deere: demonstração gráfica de como seria a operação e o condutor com um elevador de escovas

(Fonte: John Deere ExactEmerge: So funktioniert die Vereinzlung | agrarheute.com).

Na solução proposta no presente estudo em conjunto com a empresa Top Planting, desenvolvedora do sistema chamado V CONTROL, foi empregada uma correia para o transporte dos grãos. Essa correia é similar as correias dentadas de comando de motores a combustão. Essa solução permite acomodar um grão de forma a não o danificar por carga ou atrito, e ao mesmo tempo deixá-lo isolado de outro grão, conforme mostrado na Figura 4:



Figura 4 - Visão ampla do condutor com correia de borracha  
(Fonte: Autoria Própria).

Nesse sistema, utiliza-se uma roda motriz e uma polia tensora para aliviar o excesso de carga sobre a correia, conforme observado na Figura 4. O grande desafio para a Top Planting, que demorou anos para ser aprimorado, foi o material e a fabricação dessa correia, pois o material deveria ser internamente com alta resistência a tração e, externamente, macio e flexível para escorregar pelas paredes do condutor e armazenar o grão de maneira a não o danificar. Nos primeiros experimentos verificou-se que, com relativamente pouco tempo de uso, a parte macia começava a se desprender da parte rígida, fazendo com que o sistema trancasse ou fosse ineficiente. Outro detalhe técnico relevante no desenvolvimento é o ângulo de saída da semente, considerando que, ao aplicar um leve desvio, é possível ajustar o vetor da velocidade, evitando que toda a velocidade seja direcionada para a vertical, o que proporciona maior estabilidade.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado em área agrícola comercial, Figura 5, na cidade de São Jerônimo, estado do Rio Grande do Sul, safra 2024/2025, localizada nas coordenadas 30°14' latitude sul e 51°51' longitude oeste, com altitude média de 138 metros com tamanho total de 14 hectares. Solos de textura média, com teor mínimo de 15% de argila e menor do que 35%:



Figura 5 - Área Experimental delimitada em vermelho  
(Fonte: Google Earth Pro).

### 4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Delimitou-se o mesmo comprimento para ambas as semeadoras, porém, devido a semeadora de referência estar equipada com dois dosadores no mesmo equipamento, sendo as seis linhas de semeadura da esquerda com o dosador Top X3 da marca Top Planting e as seis linhas da direita com dosador Titanium da marca J. Assy.

Sendo assim, foram realizadas mais repetições no comprimento de 500 m na semeadora de referência. Para cada velocidade, foram realizadas quatro repetições lado a lado, cada uma com seus respectivos 500 m. As faixas de velocidade utilizadas para esta semeadora foram de 6 km/h e 7 km/h com quatro repetições em cada, totalizando oito faixas.

Por sua vez, a semeadora com o sistema V Control, objeto do presente estudo, foi utilizada apenas duas faixas de deslocamento para cada velocidade, ou seja, duas repetições. Para esta semeadora foi realizado o deslocamento em cinco faixas de velocidade diferentes, cada faixa com 500 m de comprimento, com as duas repetições em cada velocidade, totalizando dez faixas. As velocidades utilizadas para a semeadora com sistema V Control foram: 6 km/h; 7 km/h; 8 km/h; 10 km/h e 12 km/h.

Os sistemas de dosadores utilizados foram:

- a) D1: Dosador de discos perfurados horizontais, marca Top Planting, modelo TopX3;
- b) D2: Dosador de discos perfurados horizontais, marca J.Assy, modelo Titanium;
- c) D3: Dosador Pneumático, marca Top Planting, modelo TopV, aliado com o sistema de elevadores de grãos em substituição ao condutor de sementes, marca Top Planting, modelo V Control.

Sendo assim, a área experimental ficou conforme Tabela 1, para a semeadora de referência, e a Tabela 2 para a semeadora com o sistema V Control:

Tabela 1 - Demonstrativo das parcelas no campo experimental para a semeadora de referência, onde D se refere ao dosador e V a velocidade

D1	D2	D2	D1	D1	D2	D2	D1	D1	D2	D2	D1	D1	D2	D2	D1
V6	V6	V6	V6	V6	V6	V6	V6	V7	V7	V7	V7	V7	V7	V7	V7

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 2 - Demonstrativo das parcelas no campo experimental para a semeadora com sistema V Control, onde D se refere ao dosador e V a velocidade

D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3
V12	V12	V10	V10	V8	V8	V7	V7	V6	V6

Fonte: Autoria Própria

#### 4.3. CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Foram utilizadas sementes de soja, peneiradas na malha para tamanho máximo de 7 mm, sendo a distribuição linear de 16 sementes por metro.

Neste estudo, será analisada apenas a distribuição linear. A semeadora de referência possui espaçamento entre linhas de 0,5 metros, enquanto a semeadora com o sistema V Control apresenta um espaçamento entre linhas de 0,45 metros. Sendo assim, a população final será diferente, mas não é objeto de estudo deste trabalho. Ambas as semeadoras foram reguladas para que a semente fosse depositada a 3 centímetros de profundidade, e ambas utilizaram a roda dupla em formato “v” para o fechamento do sulco. A temperatura média do dia foi entre 24 e 34 graus celsius, e a umidade do solo era baixa. Porém, como a contagem foi feita a partir das sementes depositadas, sem considerar a germinação, foi dada continuidade no experimento.

#### 4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS TRATORES E SEMEADORAS

Os experimentos da semeadora com o sistema de referência e da semeadora com o sistema V Control foram realizados simultaneamente. Para isso, utilizou-se duas semeadoras semelhantes, ambas da marca Vence Tudo, e dois tratores agrícolas para tracionar as semeadoras.

##### 4.4.1. SEMEADORA COM SISTEMA DE REFERÊNCIA

A semeadora de dosadores mecânicos de discos horizontais, de referência, foi a de modelo TIGER FLEXX 13200 da marca VENCE TUDO, com 12 linhas de semeadura, com a configuração de espaçamento entre linhas de 50 cm, totalizando uma largura de trabalho de 6 m, disco de corte liso de 18”, disco duplo de semente de 15”, mecanismo de facão sulcador na linha de fertilizantes, sistema pantográfico, rodas limitadoras em “v” e rodas fechamento de sulco em “v”.

Essa semeadora foi equipada com os dosadores TOP X3 “D1” e TITANIUM “D2”.

O trator utilizado para tracionar a semeadora com dosador mecânico de discos horizontais foi o modelo PUMA 200, da marca CASE, com 197 cv de potência nominal e 234cv de potência máxima com boot, tração 4x4 e ano de fabricação 2021.

#### 4.4.2. SEMEADORA COM SISTEMA V CONTROL

A semeadora de dosadores com sistema V Control, de estudo, foi a de modelo PANTHER PNEUMÁTICA 13000 da marca VENCE TUDO, com 13 linhas de semeadura, com a configuração de espaçamento entre linhas de 45 cm, totalizando uma largura de trabalho de 5,85 m, disco de corte liso de 18”, disco duplo de semente de 15”, mecanismo de facão sulcador na linha de fertilizantes, sistema pantográfico, rodas limitadoras em “v”.

Essa semeadora foi equipada com os dosadores V Top e sistema V Control “D3”.

O trator utilizado para tracionar a semeadora foi o modelo 7230J, da marca JOHN DEERE, com 230 cv de potência nominal e 253cv de potência máxima com boost, tração 4x4 e ano de fabricação 2023;

#### 4.5. MEDIÇÕES DE VELOCIDADE

As medições de velocidades foram aferidas por sinal de GPS, onde ambos os tratores estão equipados com antena de GPS e piloto automático. Foi utilizada a mesma linha de referência no piloto automático para ambos os tratores.

No campo experimental foi deixado um espaço de manobra em ambas as semeadoras, para que o trator agrícola possa estabilizar a sua velocidade antes que comece a semeadura no campo experimental.

#### 4.6. DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES

A coleta de dados para a variável distribuição de sementes foi relativo à distribuição longitudinal, onde, com auxílio de uma trena, foi realizada a medição entre cada semente depositada no solo. Neste caso, o solo foi removido com cuidado e com três pessoas fazendo o cuidado visual para que nenhuma semente fosse removida ou movida de seu ponto de queda no solo, conforme Figura 6:



Figura 6 - Coleta de dados da variável distribuição de sementes no local  
(Fonte: Autoria Própria).

Cada faixa de deslocamento da semeadora de referência resulta em 12 linhas de semeadura, já a semeadora com sistema V Control resulta em 13 linhas de semeadura. Dentro dessas linhas e suas repetições, a coleta de dados para amostragem foi realizada de forma aleatória, dentro das faixas de deslocamento, conforme identificado no delineamento experimental. As coletas

de dados foram realizadas imediatamente após a semeadura, e foi utilizado um comprimento longitudinal de 2 m.

Nessas coletas foram obtidos os valores de distância entre sementes, com a utilização de uma trena, onde posteriormente foram utilizados para os cálculos de desvio padrão, CV e classificação das sementes, segundo as normas técnicas.

Conforme a ABNT (1996), considera-se como sementes aceitáveis aquelas que estiverem dentro de um limite entre 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento médio proposto pela regulagem da semeadura. Valores abaixo desse limite são contabilizados como duplas e acima deste limite como falhas.

Ambas as semeadoras foram reguladas para distribuir 16 grãos por metro linear, sendo que dessa forma a distância média é de 6,25 centímetros e classifica-se conforme Tabela 3:

Tabela 3 - Classificação de Aceitáveis, Duplas e Falhas

<b>Classificação</b>	<b>Intervalo (cm)</b>
Aceitáveis	3,125 a 9,375
Duplas	< 3,125
Falhas	> 9,375

Fonte: Autoria Própria

#### 4.7. ANÁLISE DE DADOS

Para realizar a análise de dados, foi utilizado o desvio padrão como ferramenta, pois quanto mais próximo de zero o desvio-padrão, menos dispersos são os dados daquele conjunto, ou seja, o desvio padrão é um instrumento estatístico que mede a variação ou dispersão de um conjunto de dados, pois ele aponta a magnitude da variação dos valores de um conjunto em comparação à sua média. Neste caso, serão utilizados os valores de distância obtidos, sem suas classificações, apenas o valor mensurado.

O CV é como mais uma ferramenta para analisar a variação dos dados coletados em seus valores nominais e é o desvio padrão expresso como uma porcentagem média. Seu cálculo é feito pelo valor do desvio padrão, dividido pela média das amostras e multiplicado por 100 para expressar seu valor em porcentagem.

Em conjunto com todos os dados estatísticos, será feita a contagem das sementes aceitáveis, duplas e falhas, seguindo os padrões da ABNT e tabelados em porcentagem dentro da amostra.

## 5. RESULTADOS

Os resultados obtidos pela coleta de dados são demonstrados na Tabela 4, com os valores médios em centímetros para as distâncias entre sementes. O desvio padrão é referente à amostragem dessas medidas, assim como o seu coeficiente de variação.

Na Tabela 5, foram demonstradas as porcentagens de sementes consideradas aceitáveis, múltiplas ou falhas, para a mesma amostragem, seguindo as regras da ABNT (1996).

Tabela 4 - Demonstrativo de médias, desvio padrão e coeficiente de variação em porcentagem, dos dados coletados da distância entre sementes. D1: TopX3; D2: Titanium; D3: V Control

Variáveis	Arranjos	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Espaçamento entre Sementes	D1V6	8,5	3,89	45,79
	D2V6	10,5	3,72	35,41
	D1V7	7	5,25	53,91
	D2V7	8	4,31	74,99
	D3V6	7,5	1,97	28,19
	D3V7	7	2,09	29,90
	D3V8	8	2,77	34,59
	D3V10	8	2,70	33,77
	D3V12	8	2,84	35,48

Fonte: Autoria Própria

Tabela 5 - Porcentagem de sementes consideradas aceitáveis, duplas e falhas. D1: TopX3; D2: Titanium; D3: V Control

Variáveis	Arranjos	Média (%)
Aceitáveis (%)	D1V6	53,85
	D2V6	25,00
	D1V7	46,15
	D2V7	54,01
	D3V6	85,75
	D3V7	85,70
	D3V8	76,95
	D3V10	69,50
	D3V12	66,70
Duplas (%)	D1V6	11,50
	D2V6	25,00
	D1V7	19,25
	D2V7	11,14
	D3V6	00,00
	D3V7	03,50
	D3V8	00,00
	D3V10	00,00
	D3V12	00,00
Falhas (%)	D1V6	34,65
	D2V6	50,00
	D1V7	34,60
	D2V7	34,85
	D3V6	14,25
	D3V7	10,80
	D3V8	23,05
	D3V10	30,50
	D3V12	33,30

Fonte: Autoria Própria

No dosador utilizado como referência (D1 e D2), o aumento de velocidade (V6 para V7), mesmo que em apenas 1km/h, resultou num aumento das variabilidades sobre as distâncias entre sementes. Neste caso, o coeficiente de variabilidade e o desvio padrão tiveram um aumento significativo para os dois sistemas de dosadores mecânicos. Já para o sistema V Control, ao analisar as mesmas variáveis, pode-se observar uma estabilidade nos cinco arranjos, pois o coeficiente de variação não ultrapassa uma piora de 10%, mesmo dobrando a sua velocidade de deslocamento. Esse resultado permite visualizar a sensibilidade do sistema de dosadores mecânicos a um pequeno aumento da velocidade de deslocamento versus o sistema V Control, que é mais “estável”. Vale lembrar que, além do sistema de dosador pneumático, o conjunto V Control apresenta uma substituição do condutor de sementes, sendo esse sistema aliado ao dosador pneumático responsável por manter uma estabilidade na distribuição.

Ao analisar o que acontece até o momento em que a semente é depositada no solo, a semente cai em queda livre dentro de um condutor de sementes, onde a função é manter a trajetória da semente até o ponto desejado. Porém, como essa condução é feita em queda livre, ela sofre alterações na sua trajetória, como demonstrado abaixo na Figura 7.

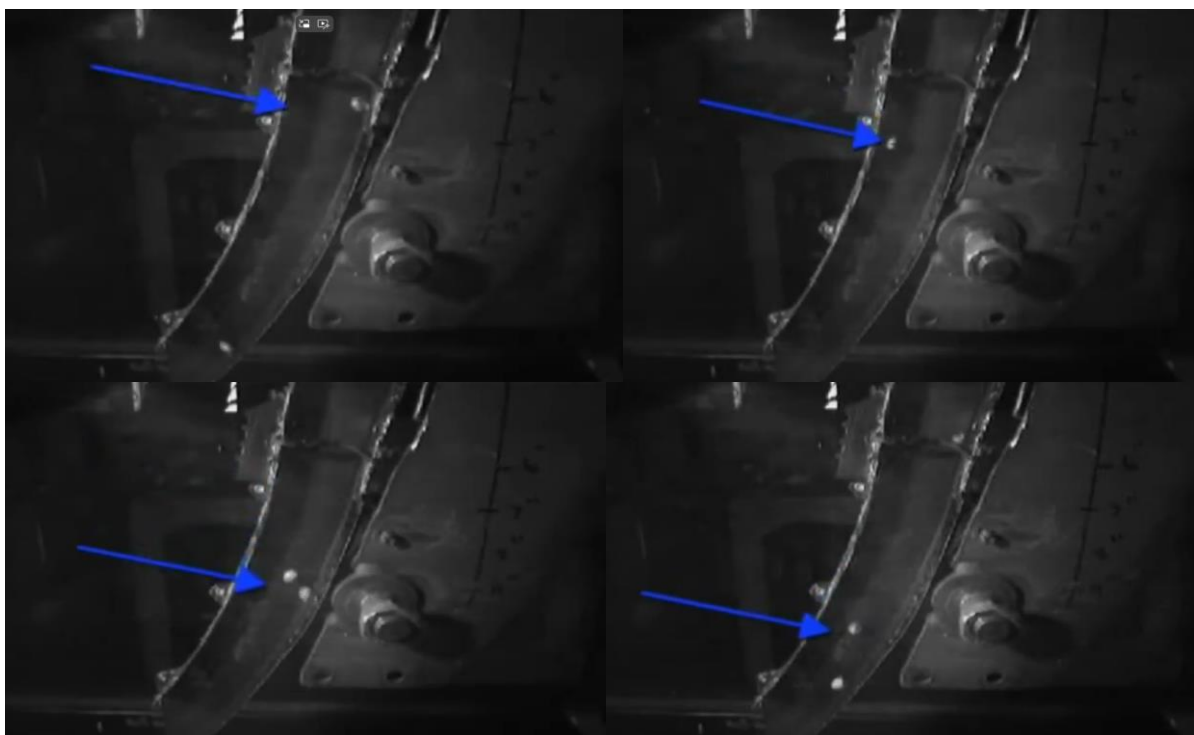


Figura 7 - Trajetória de sementes dentro de um condutor em queda livre  
(Fonte: Canal Pionner Sementes, Tubo Condutor, 2016).

Nestas imagens observa-se a semente caindo em direção ao solo, mas bate na parede do condutor e isso faz com que “repique” dentro do mesmo. Nesse momento, outra semente, que não bate na parede do condutor, vem com uma velocidade mais alta e passa por ela. Essa semente deveria ter caído no solo depois, visto que foi largada pelo condutor mais tardiamente, porém, como consequência da variação do trajeto e velocidade, ela chega antes. Essa sequência de eventos leva às falhas e duplicidades de sementes, bem como uma má distribuição longitudinal. Nesse caso, não se tem controle sobre o que está ocorrendo no condutor, podendo ocorrer as oscilações do terreno, velocidade ou quantidade de sementes, trazer variações na distribuição.

Já o sistema V Control, essas oscilações aleatórias que induz na mudança de trajetória da semente dentro do condutor são anuladas, pois ele transporta a semente até o solo de forma que não há possibilidade de mudança de sua trajetória, conforme Figura 8.



Figura 8 - Imagem relacionando a trajetória de sementes dentro do sistema V Control  
(Fonte: Autoria Própria).

Nesse conceito, independente da velocidade de deslocamento, não haverá nenhuma interferência na distribuição de sementes pelo condutor, pois todas as influências externas seriam repassadas ao condutor com transporte por correia, conseqüentemente, o mesmo padrão de distribuição é mantido.

Ao analisar a avaliação teórica no campo experimental, além da estabilidade nas variações de amostragem, pode-se observar que a contagem de aceitáveis a 12 km/h do sistema V Control foi superior ao sistema de dosadores de discos horizontais a 6 km/h, ou seja, mesmo trabalhando com o dobro da velocidade, consegue-se uma qualidade de semeadura melhor. Essa mesma característica é passada para a contagem de falhas, pois, mesmo com o dobro de velocidade, o sistema transporte por correia apresentou uma porcentagem de sementes consideradas falhas semelhante ao dosador de referência a 6 km/h.

O sistema V Control foi apresentado como uma solução para altas velocidades, mas também pela impossibilidade das sementes se encontrarem dentro do sistema de elevador de sementes, pelo fato da esteira impossibilitar o deslocamento em queda livre, o que resultaria em eliminar as sementes duplas. Na Tabela 5 deste trabalho, pode-se ver que, na prática, isso realmente ocorre, pois dos cinco arranjos que foi coletado os dados com o sistema V Control, apenas um apresentou uma contagem de sementes múltiplas, sendo o mesmo de apenas 3,50%. Considerando que todos as demais coletas apresentaram zero sementes múltiplas, mesmo a 12 km/h, o sistema proposto pode ser considerado altamente eficiente para anular as sementes múltiplas.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados, apesar de parecerem muito simples em suas respectivas tabelas, eles levam a muitas conclusões: o sistema de queda livre convencional tem uma perda muito grande de uniformidade com um incremento de apenas 1 km/h, impossibilitando altas velocidades com estabilidade de semeadura; o sistema V Control tem baixa perda de sementes aceitáveis mesmo com o incremento da velocidade.

O sistema de condutor de sementes V Control, estudo deste trabalho, que utiliza uma correia de borracha, mostrou sua eficiência em manter a estabilidade aceitável, mesmo com incremento da velocidade, pois ele conseguiu manter uma variação do coeficiente de variação abaixo de 10%, em todas as velocidades. Esse sistema foi eficiente em anular as duplicidades de grãos nesse experimento, uma vez que, mesmo sob velocidade de 12 km/h, não apresentou nenhuma contagem múltiplas.

A única contagem de duplicidade no sistema V Control foi na velocidade de 7 km/h. Essa contagem, por estar isolada, não caracteriza de forma fiel a distribuição dos dados. Desta forma, fica sugerido como melhoramento na qualidade para o processo operacional de semeadura, analisar a geometria dos limitadores de profundidade, assim como a forma que a pressão é aplicada no solo. As semeadoras utilizadas neste experimento operam com um sistema de molas como forma de realizar pressão no solo, onde essa força aplicada na linha de semeadura é variável conforme a compressão ou extensão da mola. Por esse motivo, fica como sugestão a análise do problema para a aplicação de força constante sobre o solo e análise sobre a geometria os limitadores para ficarem o mais próximo possível ao ponto de deposição da semente no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONÇO, A.S.; SILVEIRA, H.A.T.; BELLÉ, M.P.; CARPES, D.P.; MACHADO, O.D.C. **Influência Da Inclinação Transversa E Velocidade De Operação Sobre O Desempenho De Dosadores Pneumáticos Com Semente De Soja**. Engenharia na Agricultura, Viçosa MG, v.22, n.2, p.119-127, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projeto De Norma 04:015.06-004/1995. Semeadora De Precisão: Ensaio De Laboratório/Método De Ensaio**. São Paulo: ABNT, 1996. 21 p.
- DAMASCENO, A. F. **Sistema Dosador De Sementes E Velocidade De Operação Na Semeadura Direta De Soja**. 2017 57f. Dissertação de mestrado em agronomia. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.
- FERREIRA, L. L. ARÁUJO, G. S. CARVALHO, I. R. SANTO, G. A., FERNANDES, M. DE S., CARNEVALE, A. B., CURVÊLO, C. R. S. PEREIRA, A. I. DE A. **Cause And Effect Estimates On Corn Yield As A Function Of Tractor Planting Speed**. Journal of Experimental Agriculture International, 2019. Disponível em: <https://journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/1578>. Acesso em: [30-12-2024].
- JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUMPÇÃO, P.S.M.; ROCIL, J.; GARCIA, L.C. **Velocidade De Semeadura Da Soja**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.1, p.102-110, 2011
- MARTIN, T. N.; BURG, G. M.; CUNHA, V. S.; PINTO, A. B.; PIRES, J. L. F.; VEY, R. T. **Plantabilidade E Velocidade De Semeadura Na Cultura Da Soja**. Santa Maria: Editora GR, 2022.
- PACHECO, E.P.; MANTOVANI, E.C.; MARTYN, P.J.; OLIVEIRA, A. C. **Avaliação De Uma Semeadora-Adubadora De Precisão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.31, n.3, p.209-214, 1996.
- REIS, E.F.; MOURA, J.R.; DELMOND, J.G.; CUNHA, J.P.A.R. **Características Operacionais De Uma Semeadora-Adubadora De Plantio Direto Na Cultura Da Soja (Glycine Max (L.) Merrill)**. Revista Ciências Técnicas Agropecuárias, v.16, n.3, p.70 75, 2007.
- REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M.; TAUBINGER, L.; DE QUADROS, D.; SCWARTZ, S. R. **Avaliação De Semeadora Adubadora Pneumática Analisando Espaçamentos Entre Plantas E Produtividade**. Enciclopédia Biosfera, 13(23):155-162, 2016.
- REYNALDO, E.F.; MACHADO, T.M.; TAUBINGER, L.; QUADROS, D. **Influência Da Velocidade De Deslocamento Na Distribuição De Sementes E Produtividade De Soja**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.24, n.1, p.63-67, 2016.
- REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M. **Avaliação De Diferentes Semeadoras E Mecanismos Dosadores De Sementes Em Relação À Velocidade De Deslocamento**. Energ. Agric., Botucatu, vol. 32, n.1, p.12-16, janeiro-março, 2017.