UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ÉRIKI RESLER SIEBEN

PERDAS DE GRÃOS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA DO TRIGO EM DIFERENTES VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO E ALTURA DE CORTE

CERRO LARGO
2025

ÉRIKI RESLER SIEBEN

PERDAS DE GRÃOS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA DO TRIGO EM DIFERENTES VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO E ALTURA DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2025

ÉRIKI RESLER SIEBEN

PERDAS DE GRÃOS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA DO TRIGO EM DIFERENTES VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO E ALTURA DE CORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado em: data

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
MARCOS ANTONIO ZAMBILLO PALMA
Data: 11/12/2025 14:02:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS

Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br
NERISON LUIS POERSCH
Data: 11/12/2025 08:25:53-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Nerison Luís Poersch – UFFS

Avaliador

Documento assinado digitalmente
gov.br
FELIPE ZORZO
Data: 15/12/2025 09:59:52-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Engenheiro Agrônomo Felipe Zôrzo

Avaliador

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Sieben, Ériki Resler
PERDAS DE GRÃOS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA DO TRIGO EM DIFERENTES VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO E ALTURA DE CORTE / Ériki Resler Sieben. -- 2025.
32 f.:il.

Orientador: Doutor Marcos Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2025.

1. Triticum aestivum L. 2. Colhedora. 3. Rendimento de grãos. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo, 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).

RESUMO

A colheita mecanizada de grãos passou por constante modernização, exigindo escolha e gestão adequadas dos equipamentos. O objetivo deste estudo foi analisar a influência da velocidade de deslocamento da colhedora e da altura de corte sobre as perdas de grãos na colheita mecanizada do trigo. O experimento foi conduzido em Senador Salgado Filho/RS, com a cultivar TBIO Audaz, em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 3x3x4, com três velocidades de deslocamento (3, 5 e 7 km h^{-1}) e três alturas de corte (baixa, média e alta) com quatro repetições, totalizando 36 tratamentos. Os resultados evidenciaram que a velocidade de 5 km h^{-1} e a altura média de corte apresentaram o melhor desempenho, enquanto 7 km h^{-1}, especialmente combinada ao corte alto, gerou as maiores perdas.

Palavras-chave: *Triticum aestivum L*; Colhedora; Rendimento de grãos.

ABSTRACT

Mechanized grain harvesting has undergone constant modernization, requiring proper choice and management of equipment. The objective of this study was to analyze the influence of harvester travel speed and cutting height on grain losses in mechanized wheat harvesting. The experiment was carried out in Senador Salgado Filho/RS, with the cultivar TBIO Audaz, in a completely randomized design with a 3x3x4 factorial arrangement, with three displacement speeds (3, 5 and 7 km h^{-1}) and three cutting heights (low, medium and high) with four replications, totaling 36 treatments. The results showed that the speed of 5 km h^{-1} and the average cutting height presented the best performance, while 7 km h^{-1}, especially combined with the high cut, generated the highest losses.

Keywords: Triticum aestivum L; Harvester; Grain yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas em uma colhedora de cereais 16

Figura 2 - Disposição das armações de 0,25m², para análise de perdas de grãos de soja durante a colheita utilizando metodologia alternativa 18

Figura 3 - Quadros coletores posicionados na unidade experimental para operação de colheita 19

Figura 4 - Quadros coletores posicionados na unidade experimental durante a passagem da colhedora..... 20

Figura 5 - Colhedora utilizada no experimento 21

Figura 6 - Ponto de amostragem de 1 m² para amostragem de massa seca 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - A análise de variância (ANOVA) para as perdas de grãos de trigo (kg ha^{-1}) em função da velocidade de deslocamento e altura de corte, bem como das interações entre esses fatores 24
Tabela 2 - Perdas de grãos de trigo na operação de colheita em função de diferentes velocidades de deslocamento.....25
Tabela 3 - Perdas de grãos em função da altura de corte.....25
Tabela 4 - Perdas de grãos em função da interação entre as velocidades de operação e as alturas de corte.....26
Tabela 5 - Média de umidade dos grãos durante a operação de colheita 27
Tabela 6 - Dados relacionados a pesagem de 5 amostras de massa seca 28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....9
1.1 OBJETIVOS.....9
1.1.1 Objetivo Geral.....**9**
1.1.2 Objetivos Específicos.....**10**
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....11
2.1 O TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*).....**11**
2.2 PERDAS NA COLHEITA.....12
2.2.1 Colhedoras.....**16**
3 MATERIAL E MÉTODOS.....18
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....18
3.2 PERDAS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA.....18
3.3 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA.....20
3.4 AVALIAÇÕES.....21
3.5 PERDAS NATURAIS.....22
3.6 UMIDADE DOS GRÃOS.....22
3.7 MASSA SECA.....22
3.8 ANÁLISE ESTAÍSTICA.....23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....24
4.1 PERDAS DE GRÃOS.....24
4.1.1 Perdas de grãos em diferentes velocidades de operação.....**24**
4.1.2 Perdas de grãos em diferentes alturas de corte.....**25**
4.1.3 Interação entre a velocidade de operação e a altura de corte nas perdas de grãos.**26**
4.2 PERDAS NATURAIS.....27
4.3 UMIDADE DOS GRÃOS.....27
4.4 MASSA SECA.....28
5 CONCLUSÃO.....29
REFERÊNCIAS.....30

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma espécie pertencente à família Poaceae, de fundamental importância para a segurança alimentar global. Seus grãos, que podem atingir até 6 milímetros de comprimento, são a base de uma vasta gama de produtos, desde pães até massas (Catarina, 2013). A relevância desse cereal está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento das civilizações e à agricultura moderna, ocupando cerca de 20% das áreas cultivadas em diversas regiões e condições climáticas ao redor do mundo (Catarina, 2013).

A colheita mecanizada do trigo é uma fase muito importante na produção do cereal, pois afeta diretamente os lucros e a sustentabilidade da fazenda. Entre os fatores que podem influenciar a eficiência dessa operação, estão a velocidade com que a colhedora se move e a altura em que ela corta o trigo. Esses detalhes podem fazer uma grande diferença na quantidade de grãos perdidos durante a colheita. Entender como essas variáveis funcionam ajuda a melhorar o processo, garantindo que se aproveite ao máximo a produção.

Na safra de inverno de 2024, o Rio Grande do Sul colheu cerca de 3,75 milhões de toneladas de grãos de trigo, essa quantidade foi produzida em uma área de aproximadamente 1.322.167 hectares e representa um aumento de 62% em relação ao ano anterior (Emater, 2024). No entanto, a produtividade média foi de 2.839 kg por hectare, o que fica aproximadamente 8,4% abaixo da previsão inicial de 3.116 kg por hectare (Emater, 2024). Essa queda na produtividade aconteceu, em parte, em razão do clima, com chuvas frequentes durante o período de enchimento dos grãos e na colheita, o que acabou prejudicando a qualidade e o peso dos grãos de trigo em várias regiões do estado.

Dessa forma, ao considerar os fatores sociais, climáticos, econômicos, alimentares e a evolução das tecnologias de colheita mecanizada, observa-se um elevado interesse do produtor de trigo em aumentar a produtividade, ao mesmo tempo que há uma negligência em relação às perdas que ocorrem durante esse processo. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a influência da velocidade de deslocamento da colhedora e da altura de corte sobre as perdas de grãos na colheita mecanizada do trigo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a influência da velocidade de deslocamento da colhedora e da altura de corte sobre as perdas de grãos na colheita mecanizada do trigo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar isoladamente qual a velocidade de deslocamento e qual a altura de corte apresentam mais perdas de grãos de trigo durante a colheita.
- Identificar as interações (velocidade x altura de corte) que minimizam as perdas, determinando os cenários mais críticos e mais eficientes para o processo de colheita.
- Identificar as interações (velocidade x altura de corte) que maximizam as perdas, determinando os cenários mais críticos e mais eficientes para o processo de colheita.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*)

O trigo faz parte da família *Poaceae*, da subfamília *Pooideae* e do gênero *Triticum*. Com base na contagem de cromossomos, pode-se distingui-lo em diversas espécies: 14 cromossomos para o *Triticum monococcum*, 28 cromossomos para o *Triticum durum* e 42 cromossomos para o *Triticum aestivum*, que é o trigo comum (Popper et al., 2006). O *Triticum aestivum* L. surgiu no sudoeste asiático, resultante do cruzamento entre gramíneas selvagens (Sleper; Poehlman, 2006).

O grão de trigo pode variar em cor e tamanho, mas geralmente tem um formato ovalado com pontas arredondadas, ele é formado por três partes principais: o gérmen, que contém o embrião e nutrientes para ele; a casca, que protege o grão contra insetos, roedores e micro-organismos; e o endosperma, que funciona como uma reserva de alimento para o embrião (Takeiti, 2021). Como esses componentes não estão distribuídos de maneira uniforme dentro do grão, isso acaba influenciando as características e propriedades dos produtos feitos a partir dele, especialmente da farinha (Takeiti, 2021).

A cultura representa cerca de 20% das calorias consumidas pela população, sendo seus derivados, como farinhas e triguilho, essenciais na alimentação; as farinhas, tanto branca quanto integral, são usadas na fabricação de diversos produtos, como pães, massas, raviólis e café de trigo, enquanto o triguilho é utilizado em pratos como quibe, tortas e tabule; o farelo de trigo ou trigo integral pode ser incluído em mingaus e sopas, beneficiando o sistema digestivo e prevenindo doenças do cólon, reto, apendicite e problemas cardíacos; além disso, o farelo é utilizado na alimentação de gado, suínos e aves, enquanto a palha do trigo é reciclada como matéria orgânica para o solo ou usada como cama para animais (Seagri, 2007).

O cultivo do trigo é bastante flexível, sendo possível plantá-lo em regiões que variam de 30º S a 60º N e em altitudes acima de 3.000 metros, uma vez que seu complexo genômico proporciona uma elevada plasticidade à cultura (Börner et al., 2005). De acordo com Marchioro e Franco (2010), a presença da palhada de trigo no solo, aliada à mínima movimentação da superfície durante o plantio, permite que a cobertura do solo aumente de 30% para 80%. Esse fenômeno resulta em uma redução da temperatura da superfície em até 4 ºC, além de provocar uma diminuição nas variações de temperatura do solo ao longo do dia, favorecendo, assim, o crescimento das plantas (Marchioro; Franco, 2010).

A colheita do trigo acontece normalmente entre 110 e 120 dias após o plantio, nesse período, as plantas ficam amareladas, as espigas se curvam e os grãos ficam duros ao toque (Seagri, 2007). A semente está madura quando alcança seu peso seco e máximo vigor, chamado maturação fisiológica, no entanto, nesse momento, o teor de umidade ainda é alto, o que dificulta fazer a colheita, especialmente usando máquinas (Börner et al., 2005).

Por outro lado, após esse ponto, a qualidade dos grãos pode diminuir devido às condições ambientais e aos cuidados empreendidos durante e após a colheita (Börner et al., 2005). Portanto, é recomendável realizar a colheita o mais próximo possível do momento em que a lavoura mostra o maior número de sementes maduras. De modo geral, a maturação dos grãos é determinada pela secagem completa das plantas e pela obtenção da coloração característica do cultivar (Ido; Oliveira, 2004). Contudo, é importante destacar que a colheita do trigo pode ser realizada de maneira antecipada para evitar chuvas durante o período de maturação, a fim de prevenir a germinação nas espigas, desde que haja um correto ajuste nas máquinas colhedoras (Fronza et al., 2008).

O horário ideal para a colheita do trigo varia conforme a umidade do ar, sendo mais adequada nas manhãs e ao entardecer, quando a umidade é maior, pois isso influencia a operação das máquinas, após as 10 horas da manhã, em dias ensolarados, o ambiente torna-se mais seco com menor umidade, tornando-se o momento mais apropriado para a colheita (Portella, 1999).

Além de colher os grãos da plantação, a colheita mecanizada também tem o objetivo de separar os grãos limpos do palhiço, como palha, poeira e outros materiais, esse processo acontece na trilha da máquina, onde os grãos limpos são encaminhados para o tanque graneleiro, enquanto a palha e a poeira são descartadas; no entanto, nem sempre as configurações e o funcionamento dessas máquinas conseguem atingir uma eficiência ideal, o que faz com que um produto que é valioso tanto comercialmente quanto socialmente seja devolvido ao campo sem aproveitamento completo (Catarina, 2013).

2.2 PERDAS NA COLHEITA

A colheita de grãos feita com máquinas está passando por uma grande modernização, com o uso de tecnologias como agricultura de precisão e sistemas eletrônicos, além disso, as máquinas estão ficando maiores e mais sofisticadas - nesse contexto, escolher bem os

equipamentos e gerenciá-los de forma eficiente virou algo fundamental para garantir uma colheita bem-sucedida (Silva, 2004).

Essa etapa faz parte das fases finais da produção agrícola e é muito importante, por isso, exige um planejamento cuidadoso, é essencial que o esforço feito durante toda a produção seja bem aproveitado para evitar perdas que possam diminuir o lucro (Ido; Oliveira, 2004).

O período de colheita pode ser classificado em três categorias: colheita prematura, quando a trilha se torna difícil, resultando em um aumento das perdas; colheita ideal, quando as sementes estão realmente maduras; e colheita tardia, quando a umidade está baixa, sendo que neste último caso as condições climáticas se tornam determinantes para o êxito da operação (Portella, 1999).

Uma das principais razões para as perdas é a inadequação do treinamento dos operadores e a utilização de equipamentos que estão defasados em relação às demandas atuais de produtividade (Schanoski et al., 2011). Normalmente, as perdas ocorridas durante o processo de colheita não recebem a devida atenção, levando em conta as particularidades da cultura e da máquina colhedora utilizada, ou seja, poucas pessoas se preocupam com os grãos que ficam no chão, especialmente quando a produção da lavoura é alta, nesses casos, as perdas são apresentadas apenas em termos comparativos ou percentuais, mas permanecem significativas em relação à quantidade de grãos perdidos por hectare (Andres et al., 2011).

As perdas podem ser bastante expressivas, variando de uma média de 4,7% para 3,0% com a realização de regulagens adequadas, com um nível de umidade de 16%, as perdas chegam a 5,2%, enquanto com 12% de umidade, esse número pode cair para 1,8% (Portella, 2001). Ademais, as perdas ocorrem tanto na plataforma quanto nos mecanismos de trilha e separação, deste modo, recomenda-se iniciar quando a umidade estiver entre 18% e 16% e concluir entre 13% e 14%, a fim de otimizar o desempenho da colhedora, visto que grãos com menos umidade tendem a quebrar mais, resultando em perdas ao longo do processo (Portella, 2001). Geralmente se perde em torno de 5% dos grãos de trigo, 12% dos grãos de soja e mais de 15% dos grãos de milho, todavia, cerca de metade dessas perdas poderiam ser evitadas se as épocas de colheita fossem seguidas corretamente e se as máquinas fossem ajustadas de forma adequada (Portella, 2000).

De acordo com Portella (2001), existe uma relação importante entre a quantidade de grãos que se perde colheita e o nível de umidade deles, por isso, quando os grãos têm diferentes níveis de umidade, é preciso fazer alguns ajustes na máquina colheitadeira, como abrir mais ou menos o cilindro e o côncavo, além de ajustar a rotação do cilindro, pois para colheitas com

grãos com cerca de 16% de umidade, por exemplo, é possível diminuir as perdas ajustando a máquina de forma adequada.

Portanto, entende-se que a colheita mecanizada de grãos frequentemente sofre perdas expressivas devido à ausência de um controle adequado, com oscilações que fogem dos limites aceitáveis (Toledo et al., 2008). Essas perdas podem acontecer antes da colheita devido a fatores como condições climáticas adversas, debulha natural, invasões de pássaros e o acamamento das plantas, entretanto, o ponto onde se verifica a maior perda de grãos é na plataforma da colhedora, que pode representar até 85% do total de perdas (Andres et al., 2011).

De acordo com Andres et al. (2011), o operador deve conduzir a colhedora com cuidado, cortando de maneira a usar toda a largura da barra, sempre levando em conta as condições da cultura, quando a cultura está mais densa ou há muitas plantas daninhas, a velocidade da máquina deve ser mais lenta, especialmente se as trilhas estiverem difíceis de fazer ou se o material precisar de uma limpeza maior. Além disso, em áreas com pouca densidade de plantas, o trabalho da plataforma fica mais complicado, pois as plantas podem não ser recolhidas pelo molinete, o que leva à perda de grãos (Andres et. al, 2011).

Conforme Ferreira et al. (2007), fatores como a velocidade e o espaço entre o cilindro e o côncavo influenciam as perdas totais, destacando que podem ocorrer perdas maiores em velocidades mais baixas, portanto, as perdas podem diminuir à medida que a velocidade aumenta, sendo que, em média, cerca de 74,6% das perdas ocorreram na plataforma. Já Mesquita et al. (2013), ao estudarem a colheita mecânica da soja no Brasil, concluíram que, à medida que a velocidade de colheita aumenta, também aumentam as perdas, especialmente em velocidades mais altas.

Outro aspecto importante são as perdas que acontecem no sistema de limpeza. Essas perdas acabam aumentando o total durante a colheita, mas, com ajustes corretos, treinamento dos operadores e uma manutenção adequada na colhedora, é possível diminuir essas perdas, independentemente do ano em que o equipamento foi fabricado (Magalhães et al., 2009). Por isso, ajustar corretamente as colheitadeiras e escolher uma velocidade adequada para o deslocamento são pontos importantes para evitar perdas de grãos, uma vez que, cerca de 80% dessas perdas acontecem na plataforma de corte (Costa et al., 1995).

No Rio Grande do Sul, estudos mostram que as perdas na colheita podem chegar a 2,43% antes mesmo da colheita, e entre 1,34% e 3,15% durante o processo de colheita (Ceroli; Schmitz, 2021). Além disso, quando a velocidade do equipamento ultrapassa 6 km h^{-1}, as perdas aumentam para mais de 5%, por outro lado, velocidades entre 4 e 5 km h^{-1} mantêm as perdas abaixo de 3% (Ribeiro; Severo; Zampieri, 2021). Quando a velocidade fica entre 6 km h^{-1} e 8

km h^{-1}, as perdas podem passar de 90 kg por hectare (Müller; Tamiozzo; Stragevitch Júnior, 2025). Assim, velocidade de 5,5 km/h foi identificada como a mais adequada, com perdas mecânicas e totais menores, variando de 0,32 a 0,47 sc ha^{-1}, enquanto as maiores perdas ocorreram na velocidade de 6,5 km h^{-1} (Catarina, 2013).

A altura de corte também afeta as perdas durante a colheita, influenciando fatores como o consumo de diesel, a capacidade de trabalho da máquina, as perdas de grãos e o volume de palha trilhada. Quando o corte é feito mais baixo, aumenta a quantidade de palha que entra na máquina, a capacidade de colheita diminui e o consumo de diesel sobe (Gürsoy et al., 2015). Segundo Gürsoy et al. (2015), isso pode resultar em até 29% a mais de consumo de diesel e uma redução de até 14% na capacidade de campo. Por outro lado, cortes mais altos ajudam a diminuir o esforço necessário na trilhagem, reduzem o uso de combustível e tornam a operação mais rápida e eficiente (Kehayov et al., (2004). Nesse caso, o consumo de diesel pode cair até 30%, além de gerar uma economia energética de até 24% (Jokiniemi, 2015).

Nesta perspectiva, Portella (1999) ressalta que para reduzir perdas, é recomendado diminuir a velocidade ou fazer cortes mais altos em lavouras com muitas plantas invasoras, para evitar que mais material verde entre na máquina; logo, para colher o trigo, recomenda-se utilizar levantadores de cereais na plataforma de corte e começar a colheita com velocidade mais baixa para entender o funcionamento da colhedora, depois, deve-se ir aumentando a velocidade, mantendo atenção aos resultados, geralmente entre 3 e 5 km/h. Segundo Campos et al. (2005), a velocidade de deslocamento não influencia nas perdas de grãos quando há alto coeficiente de variação nas medições dessas perdas em condições de campo.

Quando se usam colhedoras próprias tem-se em média perdas de 34% maiores do que o nível considerado aceitável, o que ocorre porque o proprietário costuma cuidar melhor na condução da máquina durante a colheita, por outro lado, nas máquinas terceirizadas, esses cuidados não são tão rigorosos, o que pode contribuir para o aumento das perdas (Campos et al., 2005).

Para reduzir de forma eficaz as perdas durante a colheita mecanizada de grãos, é importante entender de onde essas perdas vêm, seja em quantidade ou qualidade (Pinheiro Neto et al., 1999). De acordo com Silva et al. (2005), essa investigação envolve observar os fatos e fenômenos exatamente como eles acontecem na prática, coletar dados relacionados a esses eventos e, depois, analisar e interpretar essas informações com uma base teórica sólida, o objetivo é entender e solucionar o problema.

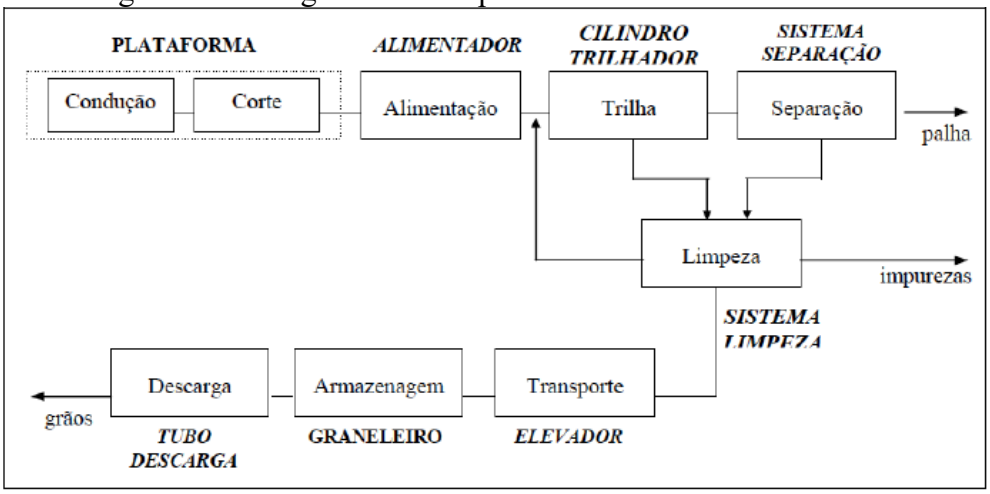
Por fim, é importante destacar que os grãos que permanecem no campo representam perdas, enquanto as sementes colhidas correspondem à produção. Para obter essas sementes, o

agricultor investiu recursos em toda a plantação, assim, quanto mais sementes forem colhidas, maior será a produtividade da fazenda e, consequentemente, o lucro (Ido; Oliveira, 2004).

2.2.1 Colhedoras

Segundo Silva (2004), para que as colhedoras funcionem corretamente, é importante fazer algumas regulagens básicas - isso envolve ajustar a altura e a velocidade do molinete, a velocidade do cilindro batedor e do sistema de separação, o sistema de limpeza com ar e peneiras e a distância entre o cilindro e o côncavo (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma das etapas em uma colhedora de cereais



Fonte: Silva (2004, p. 12).

As colhedoras podem ser divididas em três tipos: as automotrizes, que são máquinas autônomas capazes de realizar todas as operações de colheita; as montadas, que precisam de um trator agrícola para funcionar; e as de arrasto, que podem ter um motor auxiliar próprio ou serem acionadas pela força do trator através de uma barra de tração (Santos Filho et al., 2001).

A capacidade de trabalho de uma colhedora depende da largura do cilindro trilhador, que determina a área de corte, além do tamanho das peneiras, saca-palhas, sem-fins e demais componentes; assim, para funcionamento eficiente, a potência do motor deve ser compatível com a largura do cilindro, pois a quantidade de material processado por hora varia de acordo com esses fatores (Andres et al., 2011).

As colhedoras são classificadas com base na sua vazão máxima operacional, sendo que, abaixo de certos limites, ocorrem perdas inaceitáveis; por exemplo, uma colhedora de baixa vazão opera entre 2 e 2,5 kg por segundo, enquanto uma de média entre 3,5 e 4,5 kg por

segundo, com motores de aproximadamente 30 a 45 kW, já as de alta vazão operam acima de 6 kg por segundo, com motores de pelo menos 67 kW (Moraes et al., 2005).

As colhedoras autopropelidas são compostas por diversos mecanismos interligados, que incluem vários componentes, a velocidade de trabalho dessas máquinas está diretamente relacionada ao desempenho, pois uma velocidade muito alta pode dificultar o manejo pelo operador e aumentar as chances de erros ou perdas, por outro lado, velocidades muito baixas reduzem a capacidade de trabalho e podem causar perdas de grãos, seja por falta de ação da trilhadora ou pelo excesso de ventilação sobre a massa de grãos (Portella, 1999).

O uso de máquinas depende das condições da propriedade, como o tamanho da área cultivada e a situação financeira do produtor, dentre as opções disponíveis, as máquinas combinadas são as mais completas e eficientes, pois facilitam as operações e podem colher diferentes tipos de plantas, como gramíneas, leguminosas e oleaginosas (Ido; Oliveira, 2004).

Por fim, destaca-se que para usar uma colhedora automática de maneira eficiente e econômica, é importante atender a algumas condições básicas: os terrenos devem ter topografia adequada e a umidade do solo precisa estar em níveis ideais; os campos devem estar limpos, sem tocos ou pedras, e as plantas precisam estar maduras e secas; as áreas devem ser de um tamanho razoável para que o trabalho seja viável financeiramente; e as máquinas precisam estar bem reguladas e em perfeito estado de funcionamento para que operem com perdas compatíveis (Ido; Oliveira, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido entre os meses de junho e outubro de 2025, no município de Senador Salgado Filho, localizado no estado do Rio Grande do Sul, na localidade de Linha República (28°04'08"S 54°34'30"W).

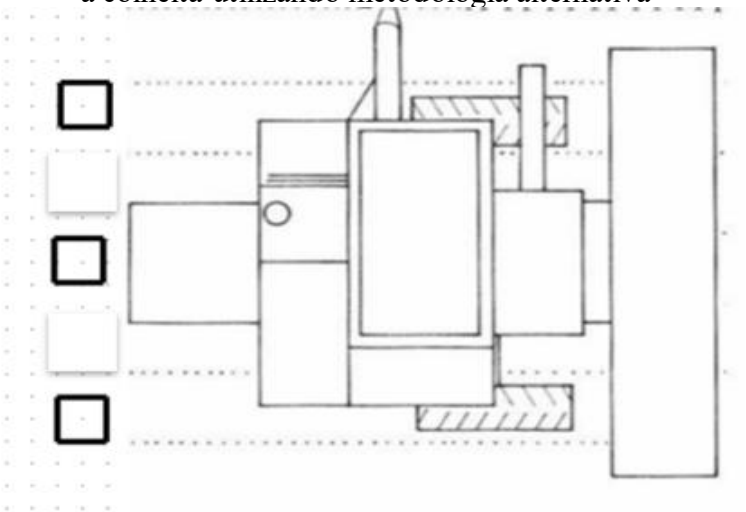
A área experimental apresenta altitude aproximada de 310 metros, com clima subtropical úmido e temperatura moderada. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico (FEPAM, 2017).

3.2 PERDAS NA OPERAÇÃO DE COLHEITA

O experimento foi conduzido em delineamento fatorial: Fator 1 (F1): Velocidades (3, 5 e 7 km h^{-1}) e Fator 2 (F2): Altura de corte (baixo 10 cm, médio 35 cm e alto 50 cm). Foram utilizadas 4 repetições por tratamento.

A coleta dos dados de perdas de grãos de trigo na operação de colheita foi realizada por meio de quadros com 0,25 m² (50 cm x 50 cm) posicionados de forma semelhante ao apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Disposição das armações de 0,25m², para análise de perdas de grãos de soja durante a colheita utilizando metodologia alternativa



Fonte: Adaptado de Mesquita et al. (1979).

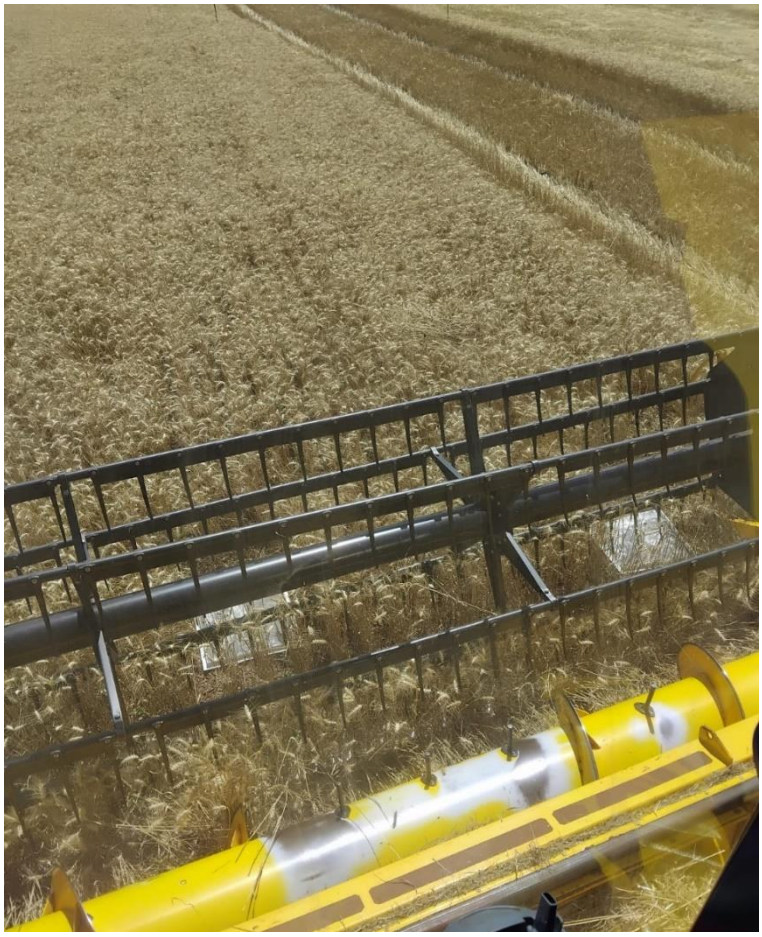
Os três quadros: um à direita, um no centro e um à esquerda, na faixa de operação da colhedora, foram posicionados antes da operação de colheita, conforme as Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Quadros coletores posicionados na unidade experimental para operação de colheita



Fonte: Autor (2025).

Figura 4 - Quadros coletores posicionados na unidade experimental durante a passagem da colhedora



Fonte: Autor (2025).

A operação seguiu o seguinte procedimento: A colhedora percorreu 40 metros para estabilização antes de iniciar a coleta. Após a estabilização, foi colocado um lance de três quadrados (esquerda, centro e direita). A colhedora percorreu mais 40 metros, estabilizou novamente e realizou-se a colheita no próximo lance de três quadrados. O procedimento foi repetido até completar a finalização da avaliação.

3.3 IMPLANTAÇÃO DA CULTURA

A semeadura foi realizada no dia 13 de junho de 2025, utilizando uma semeadora adubadora KF, modelo TG, ano de fabricação 2015, equipada com 23 linhas pantográficas de semeadura, com espaçamento de 17 cm entre linhas, tracionada por um trator Valtra BM 110, ano 2009, com 116 cv de potência.

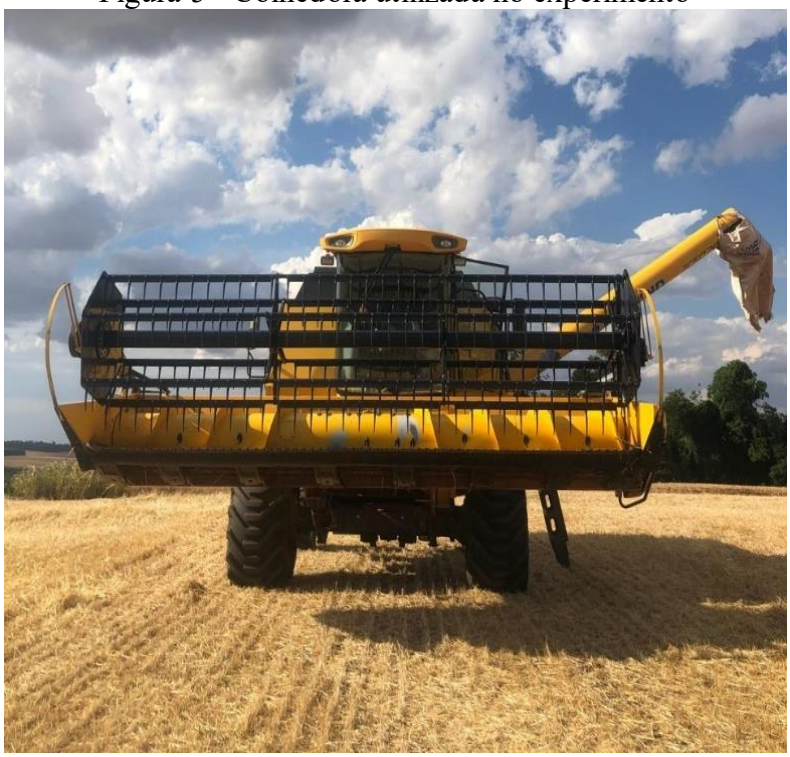
A semente utilizada foi da cultivar de trigo TBIO Audaz, com 150 kg ha^{-1} e 300 kg ha^{-1} do formulado 10-20-20. Foi aplicado Glufosinato de Amônio e Nitrogênio na forma de Ureia 46% de N na dose de 150 kg ha^{-1}.

3.4 AVALIAÇÕES

As parcelas experimentais foram constituídas por faixas contínuas de colheita, com dimensões compatíveis à largura útil da plataforma da colhedora (5,10 m de corte), mantendo-se bordaduras entre as parcelas, conforme recomendações de Portella (1999). O experimento foi conduzido em área com terreno predominantemente plano, de modo a reduzir variações no desempenho operacional e nas perdas.

Foi utilizada uma colhedora automotriz New Holland TC 5070 (Figura 5). A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do modelo New Holland com largura total de 17 pés (4,75m de largura).

Figura 5 - Colhedora utilizada no experimento



Fonte: Autor (2025).

A regulagem da colhedora foi realizada conforme recomendações técnicas para a cultura: a rotação do cilindro de debulha foi ajustada para 950 rpm, e a abertura entre cilindro e côncavo regulada para uma folga de 8 a 10 mm (cilindro-côncavo). Essas regulagens foram

mantidas constantes durante toda a colheita das parcelas, visando garantir uniformidade na operação e permitir comparabilidade dos resultados experimentais, minimizando danos aos grãos e perdas por debulha ineficiente.

As avaliações foram conduzidas após estabilização da colhedora (aproximadamente 40 m após o início da operação), garantindo velocidade constante e fluxo uniforme de material colhido. As coletas das avaliações foram realizadas no dia 23/10/2025, conforme metodologia adaptada de Syrio (2018), o qual propõe um método padronizado para quantificar perdas na colheita mecanizada, composto pela utilização de molduras de área conhecida posicionadas diretamente sobre a faixa colhida após a passagem da máquina.

3.5 PERDAS NATURAIS

As perdas naturais, também denominadas perdas na pré-colheita, foram quantificadas imediatamente antes da operação de colheita, utilizando o método de amostragem direta no campo. Para isso, foram estabelecidas áreas padronizadas no solo, onde realizou-se a coleta manual de grãos e espigas que se desprenderam das plantas devido a condições climáticas, infestação de pragas, doenças ou acamamento.

3.6 UMIDADE DOS GRÃOS

A porcentagem de umidade dos grãos foi determinada em todas as unidades experimentais utilizando um medidor digital de umidade de grãos de bancada Gehaka G600. Para garantir a representatividade da amostra analisada pelo equipamento, que requer uma pequena quantidade de material, as amostras de grãos de cada parcela foram homogeneizadas e, em seguida, quarteadas para obter uma proporção menor e representativa.

3.7 MASSA SECA

A massa seca foi determinada partir de cinco amostras de 1 m² coletadas em toda a área experimental. Essas amostras foram distribuídas de maneira representativa para captar a variabilidade do campo. Essa metodologia baseou-se no estudo de Pires Barbosa et al. (2025), que determinaram a biomassa aérea total (talo, palha e grão) por meio da colheita de parcelas

de 1 m², com posterior secagem em estufa a 60 °C até atingir massa constante. Assim como ocorreu neste experimento (Figura 7).

Figura 6 - Ponto de amostragem de 1 m² para amostragem de massa seca



Fonte: Autor (2025).

As amostras foram colocadas em sacos identificados e transferidas para uma estufa para secagem até que atingissem uma massa constante. Posteriormente, a massa seca foi determinada em uma balança de precisão. Os valores obtidos foram convertidos para kg ha^{-1}. A estimativa final da massa seca por hectare para a área analisada foi representada pela média das cinco amostras.

3.8 ANÁLISE ESTAÍSTICA

Para a análise estatística, os dados foram submetidos a ANOVA e Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do *software* Assistat (Silva; Azevedo, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PERDAS DE GRÃOS

Com base na análise de variância realizada (ANOVA), pôde-se observar que o modelo estatístico foi significativo, indicando que os fatores velocidade de deslocamento e altura de corte, bem como suas interações, exercem influência sobre as perdas de grãos de trigo durante a operação de colheita, expressas em kg ha^{-1}, de acordo coma Tabela 1.

Tabela 1 - A análise de variância (ANOVA) para as perdas de grãos de trigo (kg ha^{-1}) em função da velocidade de deslocamento e altura de corte, bem como das interações entre esses fatores

FV	**GL**	**SQ**	**QM**	**F**
Fator 1 (F1 - velocidades)	2	329.75899	164.87950	11.5964 **
Fator 2 (F2 – altura de corte)	2	407.16921	203.58460	14.3187 **
Int. F1×F2	4	195.24041	48.81010	3.4329 *
Tratamentos	8	932.16861	116.52108	8.1952 **
Resíduo	27	383.88947	14.21813	–
Total	35	1316.05807	–	–

Fonte: Autor (2025).
Legenda: ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 =< p < .05$); ns não significativo ($p >= .05$).

A análise mostrou efeitos principais significativos para Velocidade (F1) e Altura (F2) ($p < 0,01$), bem como uma interação significativa entre Velocidade e Altura ($p = 0,014$). Isso significa que o impacto de cada fator na variável-resposta não é independente. Portanto, a perda de grãos para uma determinada velocidade varia de acordo com a altura empregada. Essa interpretação está alinhada com a literatura, que indica que a operação da colhedora depende da configuração conjunta de vários parâmetros, principalmente da velocidade e das regulagens da plataforma (Ferreira et al., 2007; Holtz, 2013).

4.1.1 Perdas de grãos em diferentes velocidades de operação

Ao analisar as médias de perdas de grãos, em função da velocidade de operação, verificou-se que a velocidade de 5 km/h propiciou as menores perdas, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Perdas de grãos de trigo na operação de colheita em função de diferentes velocidades de deslocamento

Velocidades de operação (km h^{-1})	Perda de grãos (kg $ha^{-1)}$
3	14,68 b
5	11,40 c
7	18,80 a
CV (%)	25,20

Fonte: Autor (2025).
Legenda: As seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Esse resultado é coerente com a literatura, Mialhe (1996) em seu livro que incluem orientações, fundamentos e parâmetros técnicos aplicados à colheita de diversas culturas, inclusive a do trigo, ressalta que velocidades mais altas podem comprometer o fluxo uniforme do material, aumentando a desagregação das plantas e a liberação de grãos fora dos mecanismos de recolhimento.

Neste experimento as maiores perdas de grãos foram encontradas na maior velocidade de operação (7 km h^{-1}), enquanto a velocidade 3 km h^{-1}, apresentou valor intermediário. Os dados podem ser analisados considerando o que evidencia, Schlosser et al. (2002), o qual relata que a elevação da velocidade sobrecarga os componentes internos da colhedora, intensificando perdas tanto na plataforma quanto no cilindro. Assim, o desempenho superior observado a 5 km h^{-1} confirma que velocidades intermediárias tendem a equilibrar capacidade operacional e eficiência de colheita.

4.1.2 Perdas de grãos em diferentes alturas de corte

Quanto à altura de corte, a condição média foi a que minimizou as perdas de grãos, conforme observa-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Perdas de grãos em função da altura de corte

Altura de corte em cm	Perda de grãos (kg ha^{-1})
baixo – 10	15,27 b
médio – 35	10,69 c
alto – 50	18,91 a
CV (%)	25,20

Fonte: Autor (2025).
Legenda: As seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O corte alto resultou nos maiores valores de perda, superando inclusive a altura baixa. Esse resultado está de acordo com estudos como o de Mesquita *et al.* (2013), em ensaio conduzido com a cultura da soja, evidenciam que alturas maiores de corte podem comprometer o recolhimento adequado das plantas, elevando as perdas na base e na plataforma. Da mesma forma, Silva et al. (2018) destacam que cortes altos afetam diretamente o fluxo do material colhido, podendo gerar perdas significativamente superiores.

Assim, o desempenho inferior do corte alto observado confirma que a altura média promove maior estabilidade no fluxo de alimentação, minimizando as perdas durante a colheita.

4.1.3 Interação entre a velocidade de operação e a altura de corte nas perdas de grãos

A interação entre o Fator 1 (Velocidades de operação) e o Fator 2 (Alturas de Corte) indica que o efeito da velocidade da colhedora sobre as perdas de grãos é dependente da altura de corte regulada, e vice-versa, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 - Perdas de grãos em função da interação entre as velocidades de operação e as alturas de corte

Velocidade (km h^{-1})	**Perda de grãos (kg ha^{-1})**		
	corte baixo	**corte médio**	**corte alto**
3	18,05 aA	11,00 aA	14,99 bA
5	11,38 bA	7,82 aA	14,99 bA
7	16,38 aB	13,26 aB	26,75 aA
CV (%)		25,20	

Fonte: Autor (2025).
Legenda: As seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A análise detalhada das médias desta interação demonstra que, de modo geral, a condição de velocidade de 7 km h^{-1} combinada com o corte alto resultou sistematicamente nas maiores perdas, sendo esta combinação particularmente crítica. A velocidade de 5 km h^{-1}, que isoladamente apresentou o melhor desempenho, quando associada à altura de corte baixa, produziu os menores valores de perdas.

Este comportamento interdependente evidencia que otimizar a operação exige considerar pares específicos de regulagem, pois uma mesma velocidade pode ser eficiente ou não a depender da altura de corte selecionada, sendo fundamental evitar a combinação de 7 km h^{-1} com altura de corte elevada para minimizar as perdas.

Estudos como o realizado por Oliveira et al. (2019) demonstraram que velocidades acima de 6 km h^{-1} aumentam as perdas totais de trigo devido ao estilhaçamento e à projeção de

espigas, enquanto Santos, Voltarelli e Silva (2018) destacam que a alimentação uniforme da máquina é fator determinante para o desempenho adequado dos sistemas de trilha e separação.

4.2 PERDAS NATURAIS

Ressalta-se que não foram identificadas estruturas ou grãos soltos nas áreas amostradas, o que indica que não houve perdas naturais na área avaliada. Assim, o peso das amostras foi considerado desprezível, levando a perdas naturais estimadas em 0 kg ha^{-1}.

4.3 UMIDADE DOS GRÃOS

A umidade dos grãos de trigo foi semelhante entre os tratamentos, conforme observa-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Média de umidade dos grãos de trigo durante a operação de colheita

	Umidade média dos grãos (%)		
Velocidade (km h^{-1})	**Corte baixo**	**Corte médio**	**Corte alto**
3	11,25	11,42	11,37
5	11,25	11,22	11,25
7	11,32	11,25	11,42
CV (%)			2,96

Fonte: Autor (2025).
Legenda: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo Informações Técnicas da Embrapa, o teor de umidade indicado para se armazenar o trigo colhido é 13%; desse modo, todo o produto colhido com umidade superior a este deve ser submetido à secagem; em lotes com mais de 16% de umidade, sugere-se a secagem lenta, para evitar danos físicos aos grãos (Cunha; Caierão, 2023).

A variação média observada nas 36 amostras (11,30% de umidade) está em conformidade com achados de estudos sobre teor de umidade de grãos de trigo destinados ao armazenamento e à indústria. Schinabeck et al. (2018) reportaram um conteúdo médio por grão próximo a 11,9% em amostras analisadas, evidenciando que valores em torno de 12% são comuns em medições de umidade a grão único e representam um patamar típico para grãos secos destinados ao armazenamento.

4.4 MASSA SECA

Quanto a massa seca, as cinco amostras apresentaram valores conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Massa seca da cultura do trigo caracterizada na área experimental

Amostras	**Massa (kg ha^{-1})**
1	12200
2	8640
3	12200
4	7630
5	8140
Média	9762

Fonte: Autor (2025).

A média por metro quadrado foi de 9762 kg ha^{-1}. A massa seca estimada para o presente estudo encontra correspondência com valores registrados em pesquisas recentes. Lu et al. (2019), ao avaliar biomassa aérea de trigo encontraram valores variando de 4200 a 12300 kg ha^{-1}. Assim, o resultado insere-se em uma faixa típica de lavouras com bom desempenho vegetativo.

5 CONCLUSÃO

De modo isolado, verificou-se que o corte alto (50 cm) e a velocidade de 7 km h^{-1} foram os fatores que mais contribuíram para a ampliação das perdas de grãos na operação de colheita.

Ao analisar as interações entre os fatores, identificou-se que a combinação mais eficiente, que resultou nas menores perdas, foi a formada por velocidade de 5 km h^{-1} e corte médio.

A condição mais crítica observada no experimento foi composta por 7 km h^{-1} e corte alto, cenário em que ocorreram as maiores perdas de grãos na operação de colheita.

A eficiência da colheita mecanizada do trigo depende da interação entre velocidade e altura de corte.

REFERÊNCIAS

ANDRES, A. *et al*. **Cultivo de Trigo irrigado orgânico no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Clima Temperado, 2011.

BÖRNER, A. *et al*. Associações entre origem geográfica e caracteres morfológicos em trigo para panificação (Triticum aestivum L.). **Recursos Genéticos Vegetais**, v. 3, n. 3, p. 360-372, 2005.

CATARINA, A. S. **Influência da velocidade de deslocamento da colhedora sobre as perdas na colheita mecanizada do trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Erechim, 2013.

CUNHA, G. R. DA.; CAIERÃO, E. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale – Safra 2023**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. (15ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale).

EMATER/RS-Ascar. **Emater/RS-Ascar divulga estimativa final da Safra de Inverno 2024**. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul, 12 dez. 2024. Disponível em: https://www.agricultura.rs.gov.br/emater-rs-ascar-divulga-estimativa-final-da-safra-de-inverno-2024. Acesso em: 5 jun. 2025.

FERREIRA, I. C. *et al*. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 2, p. 141-150, 2007.

FRONZA, V. *et al*. **Informações técnicas para a safra 2008**: Trigo e triticale. Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 142-144.

HOLTZ, V. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise. **Revista Ceres**, v. 60, n. 5, p. 722–730, 2013.

IDO, O. T.; OLIVEIRA, R. A. **Aula 8 tratos culturais**. Paraná: Universidade Paraná, 2004. 17 p.

LU, N. *et al*. Improved estimation of aboveground biomass in wheat from RGB imagery and point cloud data acquired with a low-cost unmanned aerial vehicle system. **Plant Methods**, v. 15, p. 23, 2019.

MARCHIORO, V. S.; FRANCO, F. de A. Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale - COODETEC. 2010. 170 p. *In*: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, **Anais [...]**, Cascavel, PR, 2010.

MESQUITA, H. C. et al. Perdas na colheita mecanizada de soja em função de regulagens operacionais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 752–758, 2013.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas***: ensaio e certificação*. 2. ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz" – FEALQ, 1996. 312 p.

MÜLLER, V.; TAMIOZZO, F.; JÚNIOR, M. S. Perdas Na Colheita Mecanizada Do Trigo. **Revista Foco**, v. 18, n. 1, p. e7531-e7531, 2025.

PIRES BARBOSA, L. A. *et al*. Impact of wheat cultivar development on biomass and subsoil carbon input: a case study along an erosion–deposition gradient. **Biogeosciences,** v. 22, p. 5651–5664, 2025. DOI: 10.5194/bg-22-5651-2025.

POPPER, L. *et al*. **Future of Flour:** a compendium of flour improvement. Kansas City: Agrimedia, 2006. 325 p.

PORTELLA, J. A. **Colheita mecanizada**: princípios e práticas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 150 p.

PORTELLA, J. A. **Trigo sem perdas**. Cultivar Grandes Culturas, ed. 32, 2000. p. 22-24.

PORTELLA, J. A.; ALMEIDA, A. A. **Colheita mecanizada**: técnicas e operação. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 120 p.

PORTELLA, J. A.; BAUDET, L.; PESKE, S. T. Perdas na colheita mecanizada de grãos. *In*: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Org.). **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 2. ed. Pelotas: UFPel, 2012.

RIBEIRO, V. R.; SEVERO, D. L.; ZAMPIERI, F. R. Quantificação das perdas de grãos de trigo durante a colheita mecanizada. In: Semana Acadêmica de Agronomia da Unijuí – Edição 2021/2. **Anais [...]**. Ijuí: Unijuí, 2021.

SCHANOSKI, R. *et al*. Perdas na colheita mecanizada de soja (Glycine max) no município de Maripá – PR. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, Campina Grande, 2011.

SCHINABECK, T. M. *et al*. Variability in determination of the single kernel moisture content. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, v. 10, n. 1, 2018.

SCHLOSSER, J. F. *et al*. A. Perdas na colheita mecanizada de grãos em função de regulagens e velocidade de deslocamento. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 2, p. 192–199, 2002.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRARIA (SEAGRI). **Cultura – Trigo**. 2007. Disponível http://www.seagri.ba.gov.br/Trigo.htm >. Acesso em: 10 nov. 2024.

SILVA, D. J.; SCHLOSSER, J. F.; RUSSINI, A. Eficiência operacional de uma colhedora automotriz em diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 6, p. 1180–1189, 2013.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, R. P. *et al*. A. Influência da altura de corte nas perdas na colheita mecanizada de culturas graníferas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 275–281, 2018.

SILVA, S. S. S. **Logística aplicada à colheita mecanizada de cereais**. Piracicaba: Biblioteca USP, 2004.

SLEPER, D. A.; POEHLMAN, J. M. **Breeding field crops**. Ames: Blackwell Pub Iowa, 2006. 424 p.

SYRIO, M. G. **Metodologias para análise de perdas na colheita mecanizada da soja**. TCC (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Grande Dourados (UFGD), 2018.

TOLEDO, A. de. *et al*. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 710-719, 2008.