

# QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS DE TRIGO DURANTE A COLHEITA MECANIZADA: ANÁLISE EM UMA LAVOURA NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL<sup>1</sup>

Maurício Dalberti Ceroli<sup>2</sup>  
Ricardo Schmitz<sup>3</sup>

## RESUMO

Esse estudo consiste em analisar de forma qualitativa e quantitativa as perdas ocorridas durante a pré-colheita e a colheita de grãos de trigo, em uma lavoura localizada no noroeste do Rio Grande do Sul. Nas investigações foi considerado uma colhedora com fluxo axial e outra com fluxo tangencial, de modo a identificar as vantagens e desvantagens de cada sistema durante a colheita. As análises foram realizadas através da coleta de amostras em campo, sendo identificada a perda média de grãos de trigo em três situações: (1) pré-colheita, (2) colheita com a colhedora de fluxo axial e (3) com a colhedora de fluxo tangencial. As conclusões demonstraram que as perdas não causaram situações críticas em nenhum dos casos investigados, uma vez que os valores foram de 2,43% na pré-colheita, 1,34% na colheita com a colhedora de fluxo axial e 3,15% com a colhedora de fluxo tangencial. Ademais, devido à qualidade visual da cultura, já era possível prever que as perdas resultariam pouco relevantes em relação à alta produtividade da lavoura, que atingiu 65 sacas por hectare. Por fim, deve-se destacar que os melhores resultados, representados pela menor perda de grãos de trigo durante a colheita, ocorreram ao utilizar a colhedora de fluxo axial Case IH.

**Palavras-chave:** Colheita. Perda de grãos. Sistema de Trilha. Trigo.

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de trigo vem crescendo gradativamente nos últimos anos, reflexo do aumento exponencial da população mundial e da demanda pelos seus derivados. O trigo é o segundo cereal mais produzido e consumido no mundo, e um dos cultivos mais rentáveis do mercado, devido à variedade de alimentos que são produzidos a partir dos seus grãos (FIGUEIREDO *et al.*, 2013).

De acordo com o relatório de outubro de 2021 do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2021), o cultivo mundial de trigo na safra 2021/2022 abrangeu uma área de aproximadamente 224,6 milhões de hectares, com uma produção de 776,9 milhões de toneladas. Esse volume apresentou um aumento de aproximadamente 0,15% em relação à safra anterior, quando foram registrados 775,8 milhões de toneladas.

---

<sup>1</sup> Pré-requisito para obtenção do título.

<sup>2</sup> UCEFF Faculdades. Acadêmico do Curso de Agronomia. E-mail: mauriciodalberti97@gmail.com

<sup>3</sup> UCEFF Faculdades. Engenheiro Agrônomo e Especialista em Gestão Ambiental. E-mail: ricardoschmitz@uceff.edu.br.

Países como a China e a Índia e a União Europeia se destacam no cultivo do trigo, sendo os maiores produtores da commodity, de acordo com a USDA (2021). O Brasil também é um dos países que mais produz, consome e exporta trigo, sendo o cultivo desse cereal um dos mais estáveis e rentáveis economicamente.

Em 2021, o Brasil alcançou a 16ª posição em relação aos países que mais produzem trigo, com uma área de 2,7 milhões de hectares. No país, destaca-se a Região Sul, uma vez que os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná produziram, respectivamente, 3,8, 0,3 e 3,4 milhões de toneladas. As condições ambientais favoráveis na Região Sul contribuem para uma colheita de alta qualidade, atingindo cerca de 91,5% dos 8,2 milhões de toneladas produzidos em todo o país, segundo o “Boletim da Safra de Grãos: 13º Levantamento – Safra 2021/22” da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021).

Os dados da CONAB (2021) também destacaram que, apesar da safra atual ter sido 31,4% superior à safra de 2020/2021, as irregularidades climáticas, com excesso de chuvas durante a colheita, incidência de geadas e temperaturas elevadas durante o crescimento e desenvolvimento da cultura, e estiagem na fase de florescimento e enchimento de grãos, fizeram com que o potencial produtivo do trigo fosse diminuído. Portanto, as adversidades do clima associadas à falta de regularidade cronológica dificultam a previsão dos fenômenos de estresse, e isso tem sido um dos fatores mais prejudiciais ao cultivo desse cereal, influenciando a fase da ceifa e, conseqüentemente, impactando diretamente na economia mundial (CONAB, 2017).

É importante destacar que o clima de cada região afeta a produtividade e a qualidade das safras de trigo. Por exemplo, o alto índice de chuvas na colheita pode causar perda na qualidade do produto, com alta porcentagem de triguilho, ou possibilitar a instalação de doenças fúngicas, resultando em maiores custos de produção. Ademais, as geadas ou as altas temperaturas podem causar danos na cultura, caso ocorram durante o período reprodutivo.

Além dos fatores climáticos, que já são bastante discutidos por impactarem diretamente na cultura do trigo, o processo da colheita do cereal também pode causar uma perda significativa dos grãos. De acordo com Portella *et al.* (2011), as perdas de grãos de trigo ocorrem de duas maneiras: na pré-colheita, devido ao ataque de pássaros e de intempéries climáticas; e na colheita, devido ao mau uso da colhedora.

Segundo a CONAB (2017), cerca de 5% da produtividade é perdida na colheita do trigo, o que interfere negativamente no capital investido e na lucratividade do produtor. Por essa razão, Portella *et al.* (2011) afirmaram que as perdas de grãos devido à colheita mecânica

representam desperdício de energia investida no estabelecimento e na condução da cultura, podendo contabilizar percentagens significativas na quantidade de grãos produzidos.

É importante destacar que cerca de 50% da perda do trigo cultivado poderia ser reduzida se alguns fatores fossem considerados no momento da colheita, como velocidade e regulação das colhedoras, período de colheita, treinamento do operador e teor de umidade do grão (PORTELLA, 1997). Portanto, a operação da colheita é considerada uma das etapas de maior importância dentro do sistema de produção, devido à sua relação direta com a qualidade e o rendimento final do cereal.

Nesse sentido, considerando a importância do cultivo do trigo para a economia brasileira e, principalmente, para a Região Sul, é importante que as perdas durante a colheita sejam amenizadas, beneficiando o produtor. O presente estudo consiste em analisar qualitativa e quantitativamente as perdas ocorridas na pré-colheita e na colheita, ao utilizar uma colhedora com fluxo tangencial e outra com fluxo axial, de modo a identificar as vantagens e desvantagens de cada sistema. Por fim, esse trabalho poderá auxiliar os produtores em relação à técnica mais eficiente para a colheita de grãos de trigo, além de estar contribuindo para o estado da arte que envolve a devida temática.

Esse estudo tem como principal objetivo quantificar as perdas ocorridas durante a pré-colheita e a colheita de grãos de trigo, sendo utilizados dois tipos de colhedoras. Para isso, será realizada uma análise quantitativa e qualitativa das perdas, possibilitando a identificação das vantagens e desvantagens de cada processo. E como objetivos específicos: Analisar qualitativamente as perdas de grãos de trigo na lavoura; Quantificar, em sacas por hectare e em porcentagem, as perdas de grãos de trigo, através de cada mecanismo de colheita; Comparar as duas situações investigadas, de modo a fornecer as vantagens e desvantagens de cada sistema de plantio.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 HISTÓRICO DA CULTURA DO TRIGO**

A cultura de cereais surgiu há milhares de anos antes de Cristo, no Oriente Médio, em decorrência do desequilíbrio entre a demografia humana e os recursos alimentares (CONAB, 2017). Sendo assim, surgiu a necessidade de intensificar a produtividade das principais espécies consumidas, dentre elas o trigo.

Desde então, esse cereal, juntamente com o milho e o arroz, tem se destacado pela sua importância para a economia global, uma vez que são as culturas mais cultivadas no mundo (TAKEITI, 2015). Com isso, Marsaro *et al.* (2016) afirmaram que o trigo foi capaz de contribuir diretamente com o desenvolvimento da civilização humana.

Inicialmente, o trigo era consumido apenas em grãos, sendo descoberto pelos egípcios o processo de fermentação do cereal e produção de pães, e pelos chineses a elaboração de farinha, macarrão e pastéis. Na Europa, o cultivo do trigo se expandiu nas regiões mais frias e, posteriormente, chegou às Américas (FLANDRIN *et al.*, 1998).

Segundo Marsaro *et al.* (2016), a história do trigo no Brasil refere-se ao século XVI, junto à colonização, na Capitania de São Vicente, no atual estado de São Paulo. Mais tarde, também foi cultivado em Minas Gerais e na Bahia, mas só adquiriram importância econômica no Brasil colonial, em meados do século XVII, quando plantado no Rio Grande do Sul e em São Paulo (ROSSI *et al.*, 2004).

No século XIX, houve a disseminação da doença da ferrugem, que se alastrou pelas lavouras de trigo e causou intenso prejuízo no estabelecimento da cultura no Brasil. Entretanto, no século seguinte, houve a concessão de incentivos financeiros à produção desse cereal, favorecendo o aumento da produtividade dessas lavouras no país (ROSSI *et al.*, 2004).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO TRIGO

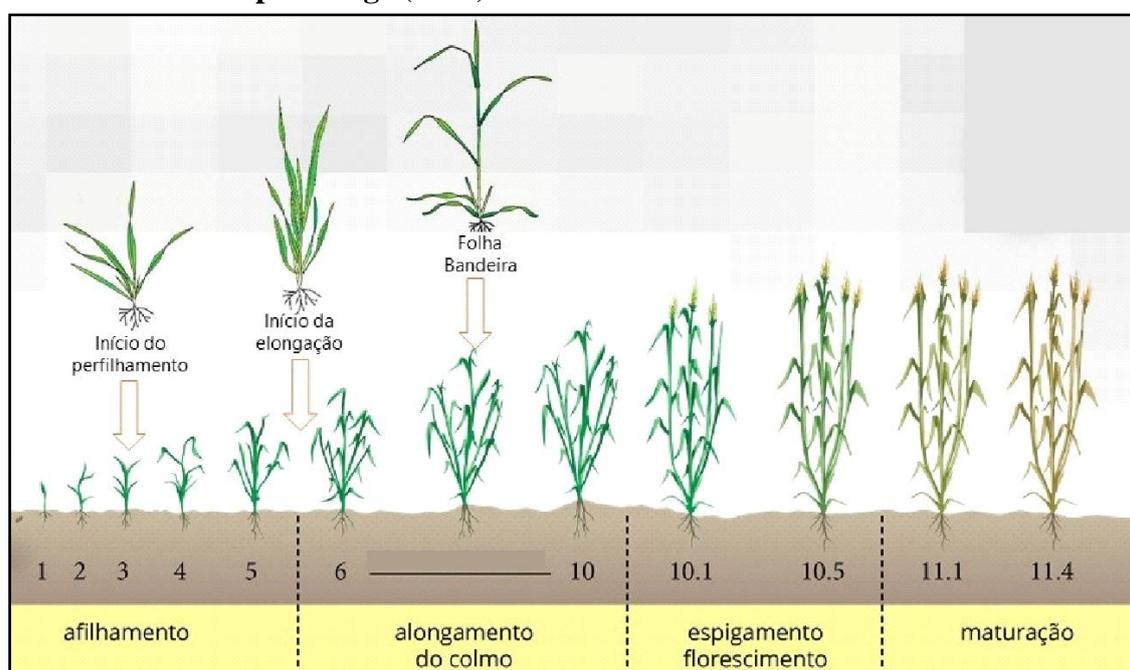
O trigo é pertencente à família das gramíneas e ao gênero *Triticum*, sendo uma cultura classificada como facultativa, devido à sua exigência de temperatura e fotoperíodo. Segundo Leon *et al.* (2007), o vocábulo *Triticum*, que originou a palavra trigo, significa quebrado ou triturado, referindo-se à atividade que deve ser realizada para separar o grão da casca que o recobre.

Existem cerca de 30 espécies de trigo, cultivadas ou silvestres, mas somente três possuem valor comercial no mundo, sendo elas: (1) *Triticum aestivum*, pertencente ao grupo dos hexaploides e responsável por cerca de 80% da produção mundial; (2) *Triticum durum*, pertencente ao grupo dos tetraploides, com alto conteúdo de glúten; e (3) *Triticum monococcum*, pertencente ao grupo dos diploides, considerado como uma espécie de trigo ancestral (BAPTISTELLA, 2020).

### 2.2.1 Estádios Fenológicos do Trigo

De acordo com Scheeren *et al.* (2015), o ciclo de desenvolvimento do trigo pode ser dividido em: plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento, grão em estado leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro. Entretanto, a escala descrita por Feekes em 1940 e modificada por Large (1954) ainda é a mais utilizada, uma vez que especifica o estágio (fases de desenvolvimento) do trigo, de forma mais ampla e direta, conforme demonstrado na Figura 1 e complementado pelo Quadro 1.

**Figura 1. Representação dos estádios fenológicos do trigo, segundo a escala de Feekes em 1940 e modificada por Large (1954)**



Fonte: Alvarenga (2021).

**Quadro 1. Descrição dos estádios de desenvolvimento pela escala de Feekes modificada por Large (1954)**

| Código | Estádio   |
|--------|---|
| 1      | Plantas recém emergidas, com uma ou mais folhas.  |
| 2      | Início do afilhamento.  |
| 3      | Afilhos formados. Folhas frequentemente enroladas em espiral. Em algumas variedades de trigo, as plantas podem apresentar hábito prostrado. |
| 4      | Início do aparecimento do pseudocaule. Bainhas foliares começam a alongar-se.   |
| 5      | Pseudocaule fortemente desenvolvido.  |
| 6      | Primeiro nó do colmo visível na base da gema.   |
| 7      | Segundo nó do colmo já formado.   |
| 8      | Folha bandeira visível, mas ainda enrolada. Início do período de emborrachamento.   |
| 9      | Lígula da folha bandeira já visível.  |

|        |   |
|--------|---|
| 10     | Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis. |
| 10.1   | Primeiras espigas apenas visíveis.  |
| 10.2   | Um quarto do processo de espigamento completo.  |
| 10.3   | Metade do processo completo.  |
| 10.4   | Três quartos do processo de espigamento completo.   |
| 10.5   | Todas as espigas estão fora da bainha.  |
| 10.5.1 | Início do florescimento.  |
| 10.5.2 | Florescimento completo na parte apical da espiga.   |
| 10.5.3 | Florescimento completo na parte basal da espiga.  |
| 10.5.4 | Final do florescimento, grão no estágio aquoso.   |
| 11.1   | Grãos no estágio leitoso.   |
| 11.2   | Grãos no estágio de massa (conteúdo macio e seco).  |
| 11.3   | Grãos duros (difíceis de serem rompidos com a unha do polegar).                             |
| 11.4   | Maturação de colheita. Palhas secas.  |

Fonte: Borém e Scheeren (2015).

### 2.2.2 Maturação Fisiológica

O trigo atinge sua maturação fisiológica quando cerca de 60% dos grãos mudam da cor verde para marrom (Figura 2), e não necessariamente pelo aspecto da palhada. Geralmente, nesse estágio fisiológico, o grão apresenta aproximadamente 30% de umidade, e as espigas começam a dobrar-se.

**Figura 2. Imagem do trigo com maturidade fisiológica para ser colhido**



Fonte: Viganó *et al.* (2018).

À medida que o grão vai secando, as perdas pré-colheita, que ocorrem devido a problemas climáticos, debulha natural, doenças e outros, começam a aumentar (MARSARO,

2016). Além disso, é importante destacar que quando o grão apresenta mais de 18% de umidade, a colheita mecanizada pode acarretar em esmagamento do grão e perda do seu poder germinativo.

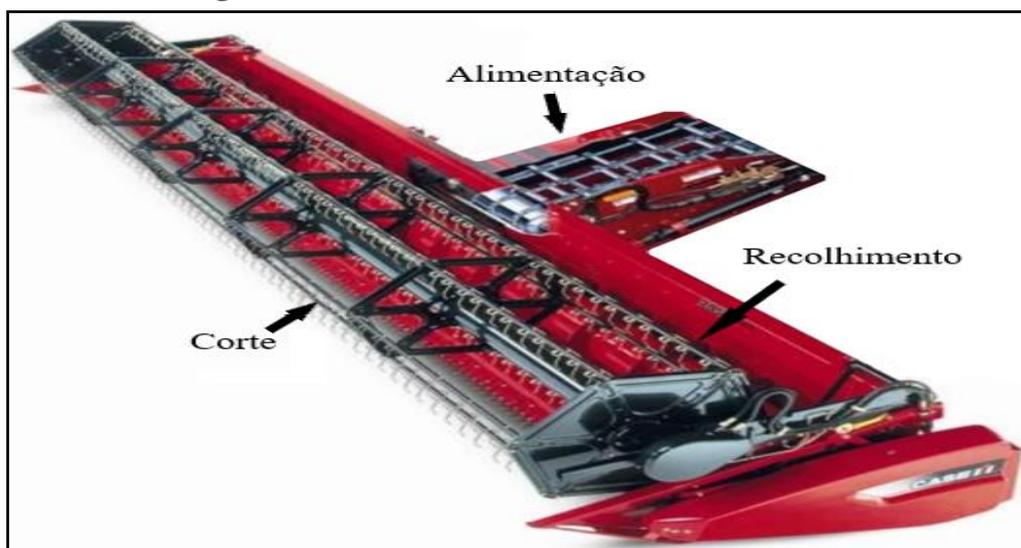
Portanto, da mesma forma que a umidade elevada pode causar perdas qualitativas na cultura do trigo, uma umidade menor que 14% (grão seco) leva à quebra do mesmo. Somado a essas perdas, deve-se considerar as perdas que ocorrem na plataforma de corte da colhedora, na sua unidade de trilha, na saca-palha e nas peneiras, conforme destacam Scheeren *et al.* (2015).

### 2.2.3 Colhedoras de Trigo

Para entender o funcionamento de uma colhedora de trigo, é necessário conhecer todos os sistemas que a compõem. Dentre os mais importantes, destacam-se: corte, alimentação, trilha, separação, limpeza, transporte e armazenamento (VIGANÓ *et al.*, 2018).

O sistema de corte, recolhimento e alimentação complementam-se, conforme demonstrado na Figura 3. O processo inicia durante a operação de colheita, quando o molinete empurra as plantas de trigo contra a barra de corte, evitando que a mesma caia para fora da plataforma. As espigas e colmos são conduzidos pelo caracol ou esteira transportadora (*draper*) até o elevador de alimentação, o qual carrega o material até o sistema de trilha (PORTELLA, 1998).

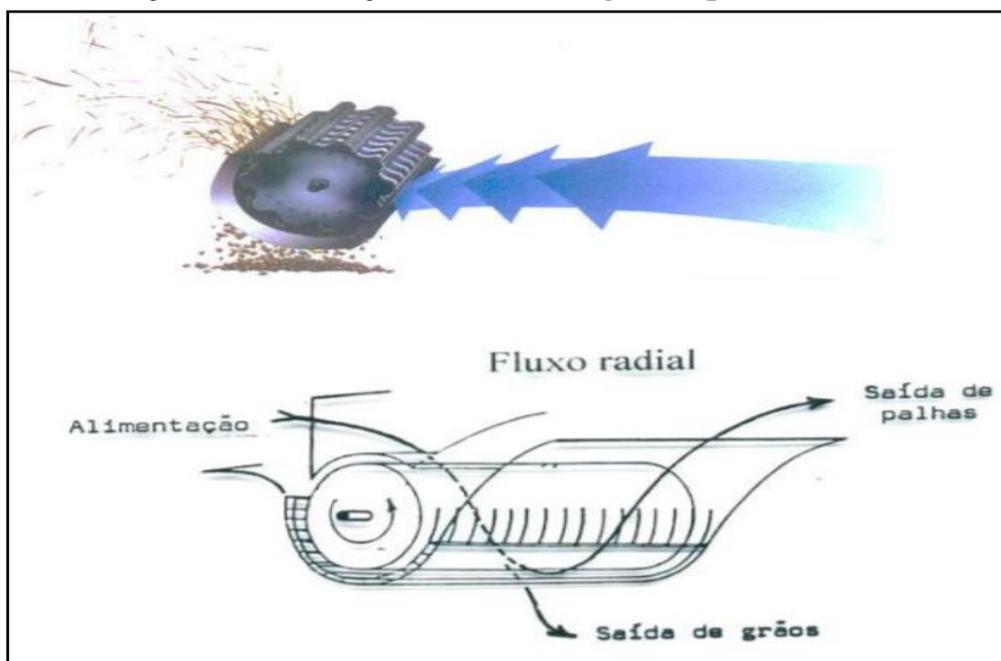
**Figura 3. Representação do sistema de corte, recolhimento e alimentação de uma colhedora de trigo**



Fonte: Sim Tractor (2021).

O sistema de trilha e separação varia conforme o sistema de fluxo (tangencial ou axial) das colhedoras. Em colhedoras que possuem o sistema de fluxo tangencial (Figura 4), o material chega pelo elevador de alimentação até o conjunto de cilindro e côncavo.

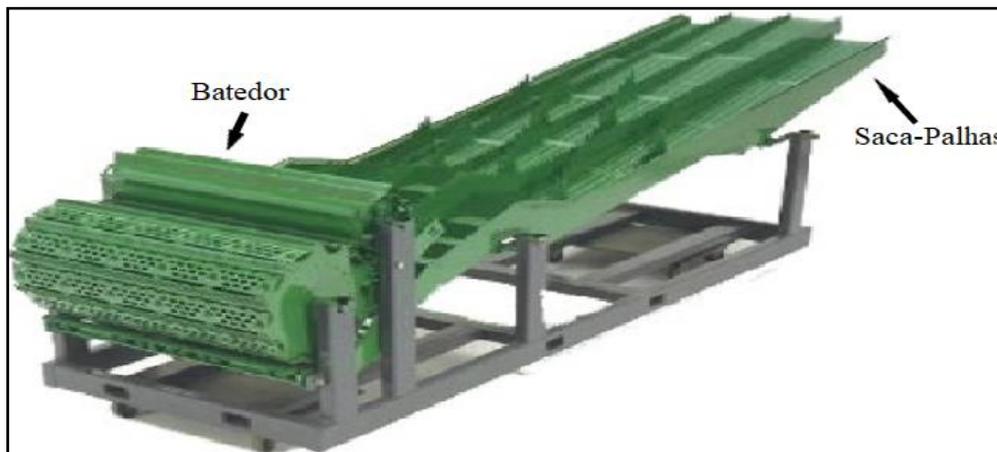
**Figura 4. Representação do sistema de trilha em uma colhedora com fluxo tangencial, com indicação da alimentação e da saída de grãos e palhas**



Fonte: Viganó *et al.* (2018).

O cilindro em alta rotação produz uma zona de impacto que separa o grão da espiga e, em seguida, por fricção com o côncavo, o grão que for totalmente trilhado é transportado até a bandeja de grãos. Por fim, o restante do material não trilhado é guiado pelo extensor do côncavo até o saca-palhas, onde o batedor distribui a palhada para separar os grãos que ficaram presos, conforme a Figura 5 (PORTELLA, 1997).

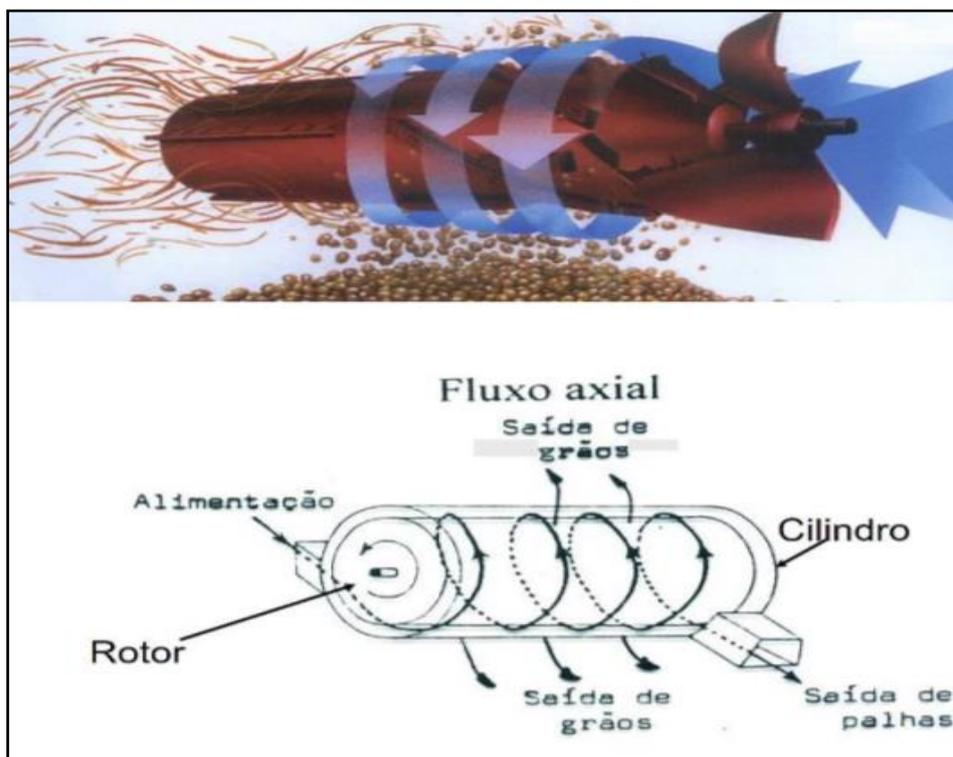
**Figura 5. Imagem do sistema separador em uma colhedora, com indicação do saca-palhas e do batedor**



Fonte: Viganó *et al.* (2018).

Nas colhedoras que possuem sistema de fluxo axial, o rotor e o separador de grãos e palhas ficam no mesmo corpo do sistema de trilha, disposto longitudinalmente na máquina, de acordo com a Figura 6. O material que entra no elevador de alimentação, gira em torno do rotor, onde as chapas separadoras vão fazer a trilha, transportando os grãos na bandeja do côncavo.

**Figura 6. Representação do sistema de trilha em uma colhedora com fluxo axial, com indicação da alimentação e da saída de grão e palhas**



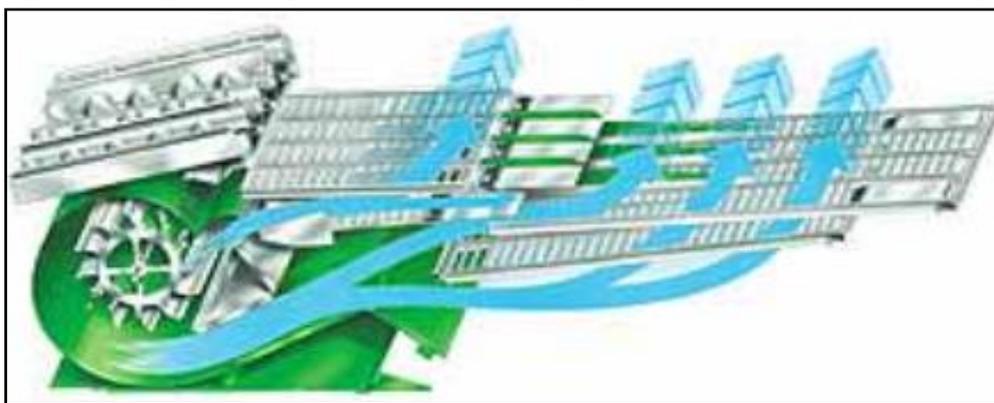
Fonte: Viganó *et al.* (2018).

Posteriormente, uma rosca sem fim direciona os grãos de trigo até as peneiras de limpeza. E, por fim, o material que não é totalmente trilhado, passa pelos dedos separadores, que irão destacar os grãos que ficaram presos na palhada (VIGANÓ *et al.*, 2018).

Após todo o material ter passado pela trilha de fluxo tangencial ou axial e pelo separador, esses atingem a peneira superior, onde são direcionados e caem por gravidade na peneira inferior. Posteriormente, depois de limpos, os grãos são transportados por uma rosca sem fim até o caracol de alimentação.

O material que não for totalmente trilhado e limpo, desce pelas calhas das peneiras e volta para fazer a retilha. O restante da palhada é jogado para fora da máquina, com o auxílio de uma corrente de vento horizontal gerada pelo ventilador, conforme a Figura 7 (PORTELLA, 1997).

**Figura 7. Representação do sistema de limpeza de uma colhedora de trigo**



Fonte: Viganó *et al.* (2018).

Os grãos limpos que vieram pela rosca sem fim das peneiras são direcionados até o tanque graneleiro, por um elevador de grãos, com taliscas de borracha para evitar danos no material. Finalmente, quando o tanque estiver cheio, o cano de descarga é aberto e o produto é descarregado no transporte de apoio, de acordo com a Figura 8 (VIGANÓ *et al.*, 2018).

**Figura 8. Imagem demonstrando o armazenamento (tanque graneleiro), a descarga (cano de descarga) e o transporte de grãos de trigo (transporte de apoio)**



Fonte: Big tractor power (2021).

Resumidamente, na trilha de fluxo radial, o produto passa uma única vez entre uma parte móvel (o rotor) e uma parte fixa, o côncavo. Enquanto na trilha de fluxo axial, o produto gira entre o rotor e o cilindro separador, entrando em uma extremidade e saindo na outra.

### 3 METODOLOGIA

Para analisar as perdas de grãos de trigo ocorridas no dia 10 de novembro de 2021, durante a colheita, foram realizadas coletas em uma lavoura localizada na Linha Lagoa dos Batistas (coordenadas geográficas 27°26'43,97"S e 52°46'15,56"O), no município de Nonoai, no noroeste do Rio Grande do Sul (Figura 9). A lavoura possui uma área total de 24,5 hectares, com trigo do tipo TBIO Ponteiro, umidade média de 13% e produtividade de cerca de 65 sacas por hectare.

**Figura 9. Representação da região de estudo**



Fonte: Google Earth - Maxar Technologies (2021).

O experimento avaliou as perdas de grãos de trigo de forma qualitativa e quantitativa, respectivamente. Desse modo, foi realizada uma investigação através da análise visual dos grãos de trigo e de sua produção, sendo verificada qualitativamente a situação em que a lavoura se encontrava, com análise dos grãos quebrados, amassados e inteiros.

O trigo produzido, do tipo TBIO Ponteiro, possui as seguintes características agrônômicas: (a) ciclo médio – tardio; (b) altura média da planta – média; (c) boa tolerância ao alumínio; (d) boa resistência à seca; (e) bom perfilhamento; e (f) alto teto produtivo. Sendo assim, as informações referentes à cultura, juntamente à expertise dos profissionais que acompanharam a pesquisa, foi capaz de auxiliar nos resultados verificados e nas conclusões obtidas.

Ademais, foi realizada a quantificação das perdas de grãos de trigo ao utilizar dois tipos de máquinas: (1) Colhedora Case IH Axial-Flow 5150 – ano de fabricação 2021 e (2) Colhedora New Holland TC 5070 – ano de fabricação 2010, conforme a Figura 10. A plataforma de corte utilizada pela Case IH possui uma largura total de 30 pés (9,144 m), enquanto a TC 5070 possui uma plataforma de 20 pés (6,096 m). Ambas as máquinas realizaram a colheita a uma velocidade média de 3,5 km/h.

**Figura 10. Fotografias das colhedoras utilizadas no estudo: Case IH Axial-Flow 5150 (acima), e New Holland TC 5070 (embaixo)**



Fonte: Dados da pesquisa 2021.

Para avaliar as perdas quantitativas da cultura de trigo, considerou-se a massa total de grãos (em kg/ha) que permaneceu na lavoura após a colheita. Essas perdas quantitativas foram subdivididas em perdas de pré-colheita, perdas da plataforma de corte e perdas totais da máquina.

Para cada situação de perda dos grãos de trigo foram obtidos três resultados de amostragem e extraídos os devidos valores médios. Durante a pré-colheita, foram recolhidos apenas os grãos e espigas que estavam caídos ao longo do rastro causado pelo pulverizador, os quais foram danificados pelos pneus da máquina.

Na situação das perdas provocadas pelos mecanismos da plataforma de corte, utilizou-se a metodologia proposta por Portella (2002), que consiste na construção de uma armação retangular com área útil de 1m<sup>2</sup>. Dessa forma, para a colhedora Case IH foram consideradas as dimensões de 9,20m x 0,11m, e para a TC 5070, 6,10m x 0,165m, totalizando uma área de coleta de 1m<sup>2</sup> para cada situação, de acordo com a Figura 11.

**Figura 11. Preparação das medidas com trena e corda para determinar as áreas de coleta, através da metodologia de Portella (2002)**



Fonte: Dados da pesquisa 2021.

A estimativa de perda pela plataforma de corte foi realizada durante a colheita, no momento em que o operador embreava a colhedora e dava a marcha ré por uma distância de aproximadamente 10 metros. Com isso, a armação retangular era estendida no espaço entre a colhedora e a faixa de corte, e todos os grãos e espigas que se encontravam dentro dessa área útil eram coletados.

Por fim, as amostras recolhidas após a colheita da máquina, que ficaram expostas no solo, juntamente com a palhada do trigo, foram consideradas como perdas totais da máquina. Para essa situação, também foram recolhidas 3 amostras a fim de comparações com os demais resultados.

Sendo assim, com as 3 situações de perdas de grãos de trigo amostradas, foi necessário subtrair os resultados das perdas da plataforma de corte das perdas totais da máquina, com o objetivo de calcular as perdas nos mecanismos internos da colhedora (trilha, separação, limpeza e fuga). Portanto, foi realizado o seguinte cálculo:

$$\text{Perdas internas} = \text{Perdas totais da colhedora} - \text{Perdas na plataforma de corte}$$

Os dados referentes às perdas quantitativas (perdas na pré-colheita, na plataforma de corte e na colhedora) foram submetidos a análises estatísticas e comparados entre si. Além disso, foi realizada uma relação entre a quantidade de sacas perdidas por hectares com a produtividade média da lavoura (65 sacas por hectares), para verificar em qual das situações as perdas de grãos de trigo foram mais significativas.

#### **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

Os resultados desse estudo demonstram as análises qualitativa e quantitativa das perdas de grãos em uma lavoura de trigo, através da pré-colheita e da colheita com dois tipos de colhedoras: (1) New Holland TC 5070, e (2) Case IH Axial-Flow 5150. Considerando os aspectos qualitativos observados na área de estudo, foi possível verificar, em um primeiro momento, que não houve muita perda de grãos de trigo, uma vez que as características da cultura eram praticamente uniformes em toda a lavoura.

Também foi verificado qualitativamente que eram poucos os setores com plantas e grãos danificados, amassados ou quebrados, sem resultar em uma perda considerável em comparação à toda a lavoura, que possui 24,5 hectares. Além disso, o trigo produzido (TBIO Ponteiro) possui características agronômicas resistentes, como boa tolerância ao alumínio e a situações de seca, possibilitando um alto teto produtivo.

Portanto, pôde-se estimar que a produtividade de toda a lavoura é alta, apresentando uma perda pouco relevante. Segundo informações do proprietário da lavoura, a produção média da safra foi de 65 sacas por hectare, uma vez que a média histórica da produtividade de trigo, segundo dados da CONAB (2016), é de 40 sacas por hectare.

Ao se tratar da análise quantitativa das perdas ocorridas na lavoura de trigo durante a colheita, algumas medidas foram obtidas através de coletas realizadas *in situ*, além da aplicação da metodologia proposta por Portella (2002). O Quadro 2 apresenta os resultados das perdas ocorridas na pré-colheita, em gramas por metro quadrado, enquanto o Quadro 3 apresenta as perdas registradas na plataforma e na máquina, ao considerar as colhedoras de fluxo axial e tangencial, respectivamente.

**Quadro 2. Perdas de grãos de trigo (em gramas por hectare) registradas na pré-colheita**

| <b>PRÉ COLHEITA</b> | <b>PERDA DE GRÃOS</b>           |           |                           |
|---------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------|
|                     | Por amostra (g/m <sup>2</sup> ) | Somatório | Média (g/m <sup>2</sup> ) |
|                     | 12,16                           | 26,21     | 8,74                      |
|                     | 6,01                            |           |                           |
| 8,04                |                                 |           |                           |

Fonte: Dados da pesquisa 2021.

**Quadro 3. Perdas de grãos de trigo (em gramas por hectare) na plataforma e na máquina em geral, durante a colheita com as colhedoras Case IH e TC 5070, respectivamente**

| <b>SISTEMA DE FLUXO AXIAL</b>      | <b>PERDA DE GRÃOS</b>           |           |                           |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------|
|                                    | Por amostra (g/m <sup>2</sup> ) | Somatório | Média (g/m <sup>2</sup> ) |
| <b>PLATAFORMA</b>                  | 1,09                            | 4,67      | 1,56                      |
|                                    | 2,01                            |           |                           |
|                                    | 1,57                            |           |                           |
| <b>MÁQUINA</b>                     | 5,28                            | 15,69     | 5,23                      |
|                                    | 5,62                            |           |                           |
|                                    | 4,79                            |           |                           |
| <b>PERDA DE GRÃOS</b>              |                                 |           |                           |
| <b>SISTEMA DE FLUXO TANGENCIAL</b> | <b>PERDA DE GRÃOS</b>           |           |                           |
|                                    | Por amostra (g/m <sup>2</sup> ) | Somatório | Média (g/m <sup>2</sup> ) |
| <b>PLATAFORMA</b>                  | 3,68                            | 11,83     | 3,94                      |
|                                    | 4,13                            |           |                           |
|                                    | 4,02                            |           |                           |
| <b>MÁQUINA</b>                     | 11,79                           | 36,96     | 12,32                     |
|                                    | 13,02                           |           |                           |
|                                    | 12,15                           |           |                           |

Fonte: Dados da pesquisa 2021.

Conforme descrito anteriormente, foram coletadas três amostras para se obter o valor total e o médio de perda dos grãos de trigo, considerando as três situações investigadas: pré-colheita, colhedora Case IH e colhedora TC 5070. Ademais, é importante lembrar que, durante a pré-colheita, foram recolhidos apenas os grãos e espigas que estavam caídos ao longo do rastro do pulverizador.

Sendo assim, para o cenário de pré-colheita (Quadro 2) foram obtidos 3 resultados: 12,16 g/m<sup>2</sup>, 6,01 g/m<sup>2</sup> e 8,04 g/m<sup>2</sup>, o que totalizou em uma média de 8,74 g/m<sup>2</sup> de grãos de trigo perdidos. Considerando que 1 hectare representa 10.000 m<sup>2</sup> de área, e que cada saca de trigo resulta em aproximadamente 60 kg, foram realizados os seguintes cálculos:

$$\text{Perda na pré colheita} = \frac{8,74 \text{ g}}{\text{m}^2} = \frac{87\,400 \text{ g}}{\text{ha}} = \frac{87,4 \text{ kg}}{\text{ha}} = \frac{1,46 \text{ saca}}{\text{ha}}$$

Portanto, pode-se verificar que a perda média na pré-colheita (1,46 saca/ha), em comparação com a produtividade média da lavoura (65 sacas/ha), é de 2,43%. Entretanto, ao relacionar essa percentagem à produção média da lavoura informada pelo produtor, é possível concluir que a perda na pré-colheita não é considerável, tornando-se um fator pouco preocupante.

Segundo o estudo de Portella (2002), as perdas de pré-colheita se relacionam de maneira direta com a umidade dos grãos, apresentando uma tendência de aumento nas perdas à medida em que se avança a desidratação dos grãos. Entretanto, no presente estudo, os grãos possuíam uma umidade média de 13%, sem apresentar grandes alterações, o que impossibilitou a realização dessa análise a fins de comparações.

Além disso, Souza Filho (2002) afirmou que as perdas na pré-colheita são proporcionadas pela maior suscetibilidade das plantas à debulha natural das espigas, pela regulagem do molinete, pelo acamamento de plantas e pelo ataque de agentes bióticos e abióticos de deterioração. Porém, tais aspectos não foram identificados na lavoura ao realizar a análise qualitativa, o que explica o fato das perdas terem atingido valores reduzidos.

Ao analisar as perdas médias ocorridas na plataforma de corte e na máquina em geral com as duas colhedoras (Quadro 3), foi possível calcular as perdas ocorridas no sistema interno das máquinas. Para isso, as perdas da plataforma de corte foram subtraídas das perdas totais, resultando nos valores apresentados a seguir para as colhedoras com fluxo axial e tangencial (Case IH e TC 5070, respectivamente).

- Colhedora com Sistema de Trilha com Fluxo Axial:

Perdas internas = Perdas totais da colhedora – Perdas na plataforma de corte

$$\text{Perdas internas} = 5,23\text{g} - 1,56\text{g}$$

$$\text{Perdas internas} = 3,67\text{g}$$

- Colhedora com Sistema de Trilha com Fluxo Tangencial:

Perdas internas = Perdas totais da colhedora – Perdas na plataforma de corte

$$\text{Perdas internas} = 12,32\text{g} - 3,94\text{g}$$

$$\text{Perdas internas} = 8,38\text{g}$$

Ao analisar as perdas ocorridas na plataforma de corte, no mecanismo interno e as perdas totais da máquina, notou-se que a colhedora com fluxo axial (Case IH) resultou em perdas muito menores em relação à colhedora com fluxo tangencial (TC 5070). A diferença média entre as duas máquinas foi de aproximadamente 2,5g na plataforma de corte e de 7,0g no geral. Já no sistema de trilhas (perdas internas), a diferença atingiu 4,71g, indicando que a Case IH possui uma melhor eficiência para tal atividade.

Dessa forma, em todas as análises, apesar de ser considerada a mesma velocidade de colheita de 3,5 km/h para as duas colhedoras, as perdas causadas pela TC 5070 foram cerca de 58% superiores às perdas causadas pela colhedora mais moderna. Esse comportamento já era esperado, uma vez que a colhedora Case IH possui características mais atuais, tendo sido fabricada em 2021, o que resultou em um melhor desempenho durante a coleta de grãos de trigo.

Sendo assim, em comparação com a produtividade média de toda a lavoura (65 sacas/ha), pode-se verificar que as perdas na colhedora Case IH foram as seguintes:

$$\text{Perdas na plataforma} = \frac{1,56 \text{ g}}{\text{m}^2} = \frac{15\,600 \text{ g}}{\text{ha}} = \frac{15,6 \text{ kg}}{\text{ha}} = \frac{0,26 \text{ saca}}{\text{ha}}$$

$$\text{Perdas internas} = \frac{3,67 \text{ g}}{\text{m}^2} = \frac{36\,700 \text{ g}}{\text{ha}} = \frac{36,7 \text{ kg}}{\text{ha}} = \frac{0,61 \text{ saca}}{\text{ha}}$$

ou seja,

$$\text{Perdas gerais} = \frac{5,23 \text{ g}}{\text{m}^2} = \frac{52\,300 \text{ g}}{\text{ha}} = \frac{52,3 \text{ kg}}{\text{ha}} = \frac{0,87 \text{ saca}}{\text{ha}}$$

Desse modo, pode-se observar que a perda média na colheita com a colhedora Case IH, em comparação com a produtividade média da lavoura (65 sacas/ha), é de 0,4% na plataforma de corte, de 0,94% no sistema interno e, conseqüentemente, 1,34% no geral. Portanto, ao relacionar esses resultados com a produção média da lavoura, essas perdas também não são consideradas preocupantes, uma vez que são ainda menores que a perda na pré-colheita.

Por outro lado, no caso da colhedora com sistema de trilha com fluxo tangencial (TC 5070), as perdas em sacas de trigo por hectare foram as seguintes:

$$\text{Perdas na plataforma} = \frac{3,94 \text{ g}}{\text{m}^2} = \frac{39\,400 \text{ g}}{\text{ha}} = \frac{39,4 \text{ kg}}{\text{ha}} = \frac{0,66 \text{ saca}}{\text{ha}}$$

$$\text{Perdas internas} = \frac{8,38 \text{ g}}{\text{m}^2} = \frac{83\,800 \text{ g}}{\text{ha}} = \frac{83,8 \text{ kg}}{\text{ha}} = \frac{1,39 \text{ saca}}{\text{ha}}$$

ou seja,

$$\text{Perdas gerais} = \frac{12,32 \text{ g}}{\text{m}^2} = \frac{123\,200 \text{ g}}{\text{ha}} = \frac{123,2 \text{ kg}}{\text{ha}} = \frac{2,05 \text{ sacas}}{\text{ha}}$$

Portanto, pode-se verificar que a perda média na colheita com a colhedora TC 5070, em comparação com a produtividade média da lavoura (65 sacas/ha), é de 1,02% na plataforma de corte, de 2,13% no sistema de trilhas e, conseqüentemente, 3,15% no geral. Finalmente, é possível reafirmar que as perdas ocorridas com a colhedora de fluxo tangencial são maiores que as calculadas para a pré-colheita e para a colhedora de fluxo axial, mas ainda podem ser consideradas pouco significativas em comparação à produtividade total da lavoura.

É importante ressaltar que alguns estudos científicos têm apresentado discordâncias em relação aos parâmetros ideais para realização da colheita de trigo, a fim de obter a menor porcentagem de perdas de grãos. Portella *et al.* (2011), Figueiredo *et al.* (2014) e CONAB (2021) discutiram a umidade média dos grãos, afirmando que esse índice influencia diretamente no bom desempenho da plataforma de corte e do sistema de separação e limpeza, durante o processo da colheita.

Souza Filho (2002) destacou que a umidade dos grãos entre 15 e 16% é um dos principais fatores a ser considerado para diminuição das perdas, enquanto Portella (1998) afirmou que o ponto ideal é entre 16 e 18% de umidade. No presente estudo não foi realizada uma análise de variação da umidade dos grãos, uma vez que foi considerado o valor médio de 13%, impossibilitando a comparação das perdas com estudos pretéritos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo consistiu em analisar de forma qualitativa e quantitativa as perdas ocorridas durante a pré-colheita e a colheita de grãos de trigo, em uma lavoura localizada no noroeste do Rio Grande do Sul. Nas investigações foi considerado uma colhedora com fluxo axial (Case IH Axial-Flow 5150 – ano de fabricação 2021) e outra com fluxo tangencial (New Holland TC 5070 – ano de fabricação 2010), de modo a identificar as vantagens e desvantagens de cada sistema durante a colheita.

As conclusões obtidas indicam que para a região estudada, as perdas não representaram situações críticas em nenhum dos casos investigados. Devido à qualidade visual da cultura, com poucos grãos rachados e plantas amassadas, já foi possível prever que as perdas resultariam pouco significativas em relação à alta produtividade da lavoura, que atingiu 65 sacas por hectare.

Em relação às análises quantitativas das perdas ocorridas na lavoura de trigo, foi possível concluir que a coletora TC 5070 possui o pior desempenho, com valores superiores a 50% em comparação com a Case IH. Além disso, durante a pré-colheita, as perdas também resultaram menores que as ocorridas com a colhedora de fluxo tangencial (TC 5070).

Por fim, deve-se destacar que, em relação à produtividade média da lavoura (65 sacas/ha), os resultados de perda de grãos de trigo na pré-colheita, na colheita com a Case IH e com a colhedora TC 5070, não representaram uma situação preocupante para o produtor. Os índices de perda atingiram 2,43% na pré-colheita, 1,34% na colheita com a Case IH e 3,15% com a TC 5070, indicando valores pouco significativos.

Os melhores resultados, representados pela menor perda de grãos de trigo durante a colheita, ocorreram ao utilizar a colhedora de fluxo axial. Esse resultado era esperado, uma vez que na trilha de fluxo radial, o produto passa uma única vez entre o rotor e o côncavo; enquanto na trilha de fluxo axial, o produto gira entre o rotor e o cilindro separador, entrando em uma extremidade e saindo na outra. Além disso, a colhedora de fluxo axial permite uma maior alimentação para um mesmo porte de máquina, ao ser comparada com a colhedora de fluxo tangencial.

É importante ressaltar que todos os objetivos propostos nesse estudo foram atingidos, demonstrando que a colhedora com fluxo axial possui uma melhor performance. Ademais, destaca-se que algumas sugestões podem ser incluídas em trabalhos futuros envolvendo a

presente temática, de modo a complementar o estado da arte sobre a perda de grãos de trigo durante a colheita mecanizada.

Sendo assim, indica-se a análise da umidade dos grãos, a fim de verificar a relação desse índice com o desempenho da plataforma de corte e do sistema de separação e limpeza, conforme investigado por alguns autores. Além disso, são sugeridas futuras análises em laboratório sobre os parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo, os quais também complementariam o estudo, demonstrando se há alguma relação direta com as perdas durante a pré-colheita.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. **Transformando vidas por meio do agronegócio**. Rehagro Blog. 2021. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/>>. Acesso em: 15 set. 2021.

BAPTISTELLA, J. L. C. **Veja tudo sobre o trigo: pontos principais da produção**. Blog Aegro. 2020. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/>>. Acesso em: 10 out. 2021.

BIG TRACTOR POWER. Página virtual - 2021. Disponível em: <[www.bigtractorpower.com](http://www.bigtractorpower.com)>. Acesso em: 11 nov. 2021.

BORÉM, A.; SCHEEREN, P.L. **TRIGO: do plantio à colheita**. Viçosa - MG, ed.: UFV, v 1, pp 260, 2015.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, v 9 – Safra 2021/22, n 1 - Primeiro levantamento, Brasília, pp 1-86, 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo**. Organizadores: Aroldo Antônio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos. Brasília: CONAB, pp 218, 2017. ISBN: 978-85-62223-09-9.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas de diversificação e de investimentos na produção de arroz - trigo – feijão: Estudo preliminar**. Brasília: CONAB, v 1, pp 51, 2016.

FIGUEIREDO, A. S. T. *et al.* **Influência da umidade de grãos de trigo sobre as perdas qualitativas e quantitativas durante a colheita mecanizada**. *Ambiência* Guarapuava – PR, v 9, n 2, pp 349 - 357, 2013. doi:10.5777/ambiencia.2013.02.09.

FLANDRIN, J.; MONTANARI, M. **História da alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

LARGE, E. C. **Growth stages in cereals - Illustration of the Feekes Scale**. *Plant Pathology*, London, v 3, pp 128-129, 1954.

LÉON, A. E. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica**. Córdoba: Hugo Báez, pp 480, 2007.

MARSARO, A. L. *et al.* **Trigo**. Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Embrapa, v 1, pp 314, 2016.

PORTELLA, J. A. **Colhedoras para trigo: Mecanismos, regulagens, perdas**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, pp 52, 1998.

PORTELLA, J. A. **Influência do ponto de colheita nas perdas de grãos de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, pp 17, 2002.

PORTELLA, J. A. **Perdas de trigo, de soja e de milho x umidade de grão durante a colheita mecanizada**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campina Grande: UFPB, v 26, 1997.

PORTELLA, J. A. *et al.* **Tecnologia de colheita de trigo**. In: PIRES, J. L. F. *et al.* (Eds.). Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, cap 13, pp 325-348, 2011.

ROSSI, R. M.; NEVES, M. F. **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004.

SCHEEREN, P. *et al.* **Trigo do Plantio à Colheita: Botânica, Morfologia e Descrição Fenotípica**. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

SIM TRACTOR. Página virtual – 2021. Disponível em: <<https://www.simtractor.com/>>. Acesso em: 11 nov. 2021.

SOUZA FILHO, E. G. **Colheita: máquinas para o trabalho**. Revista Cultivar, Pelotas, v 20, n 12, pp 1-10, 2002.

TAKEITI, C. Y. **Trigo**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 20 out. 2021.

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. **Relatório - Outubro de 2021**. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/noticia/2021/10/25/graos-eua-veja-o-relatorio-semanal-de-inspecao-de-exportacao-do-usda.html>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

VIGANÓ, J. *et al.* **Qualidade fisiológica em função do tamanho de sementes de trigo**. Revista Integralização Universitária, v 12, n 18, pp 75-88, 2018.