



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

ÉLISSON ANKLAM LINO

PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA DO TRIGO COM DIFERENTES
COLHEDORAS

CERRO LARGO

2022

ÉLISSON ANKLAM LINO

**PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA DO TRIGO COM DIFERENTES
COLHEDORAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como
requisito para obtenção do título de bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos A. Z. Palma.

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Lino, Élisson Anklam

Perdas de grãos na colheita do trigo com diferentes colhedoras / Élisson Anklam Lino. -- 2022.

34 f.

Orientador: Doutorado em Engenharia Agrícola Marcos Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

1. Perdas de grãos. 2. Trigo. 3. Sistema de trilha. 4. Perdas 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).

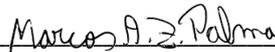
ÉLISSON ANKLAM LINO

**PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA DO TRIGO COM DIFERENTES
COLHEDORAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como
requisito para obtenção do título de bacharel em
Agronomia.

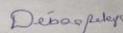
Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em 25/03/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

Orientador



Prof.^a Dr.^a Debora Leitzke Bentemps

Avaliadora



Prof. Dr. Décio Adair Rebellato

Avaliador

RESUMO

A cultura do trigo vem se destacando como um importante cereal de inverno e ocupa grandes extensões de terras, especialmente no Sul do Brasil. Se tratando do momento da colheita muitos fatores incrementam as perdas de grãos, interferindo diretamente na produtividade final das lavouras. Com objetivo de avaliar a perda na colheita do trigo provocada por diferentes modelos de colhedoras de grãos, realizou-se a avaliação em lavouras pertencentes aos municípios Cândido Godói - RS, Dezesseis de Novembro - RS, Roque Gonzalez - RS e Rolador – RS. Foram estimadas as perdas quantitativas de grãos na colheita mecanizada do trigo com seis colhedoras diferentes, dentre elas algumas equipadas com sistema de trilha radial e outras com sistema de trilha axial. Concluiu-se que as perdas de grão de trigo foram inferiores aos valores máximos recomendados pela EMBRAPA e a colhedora com mais tempo de utilização apresentou maiores perdas. Os diferentes sistemas de trilha não influenciaram as perdas durante a operação de colheita do trigo.

Palavras-Chave: *Triticum aestivum*, sistemas de trilha radial, sistema de trilha axial.

ABSTRACT

The wheat crop has been highlighted as an important winter cereal and occupies large tracts of land, especially in southern Brazil. When it comes to the time of harvest, many factors increase grain losses, directly interfering with the final productivity of the crops. In order to evaluate the loss in wheat harvest caused by different models of grain harvesters, an evaluation was carried out in crops belonging to the municipalities Cândido Godói - RS, Dezesseis de Novembro - RS, Roque Gonzalez - RS and Rolador - RS. The quantitative grain losses were estimated in the mechanized harvest of wheat with six different harvesters, among them some equipped with a radial threshing system and others with an axial threshing system. It is concluded that the losses of wheat grain were lower than the maximum values recommended by EMBRAPA and the harvester with the longest use had higher losses. The different threshing systems did not influence the losses during the wheat harvesting operation.

Keywords: *Triticum aestivum*, radial threshing systems, axial threshing system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistemas de trilha e separação saca-palhas (radial).	17
Figura 2 - Sistemas de trilha e separação rotor axial.	18
Figura 3 - Sistemas de trilha e separação de duplo rotor axial.	19
Figura 4: Coleta de grãos de trigo no município do Rolador, Outubro, 2021.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medida da armação das colhedoras utilizadas no experimento.	27
Tabela 2: Valores médios para perdas encontradas nas diferentes colhedoras.	28
Tabela 3: Produtividade das lavouras onde foram avaliadas as perdas de grãos de trigo na colheita mecanizada.	29

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	12
3.1. A CULTURA DO TRIGO	12
3.1.1. HISTÓRIA DA CULTURA DO TRIGO	12
3.1.2. Classificação do trigo brasileiro	14
3.1.3. Colheita do Trigo.....	15
3.1.4. Tipos de colhedoras	16
3.2. Tipos de perdas na colheita mecanizada.....	20
3.2.1. Pré-colheita.....	22
3.2.2. Na plataforma de corte.....	22
3.2.3. Nos mecanismos internos.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. Localidades dos experimentos	24
4.1.2. Colhedora.....	24
4.1.3. Avaliação.....	25
4.1.4. Análise estatística	26
4.2. Perdas naturais.....	26
4.3. Perdas totais	27
4.4. Percentagem de perdas.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.2. PERDAS DE GRÃO NA COLHEITA.....	28
5.3. PRODUTIVIDADE DAS ÁREAS	29
6. CONCLUSÃO	31
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o trigo é o cereal de inverno mais cultivado no Brasil, onde tem um importante destaque a Região Sul que obtém de mais de 85% da produção nacional para safra de 2021. A cultura do trigo possui uma grande expressão no estado do Rio Grande do Sul, uma vez que o estado é um dos principais produtores deste cereal (CONAB, 2021). No Brasil os estados com maior produção na safra 2020/2021 foram o de Paraná com 3.088.800 milhões de toneladas, Rio Grande do Sul com 2.260.400 milhões de toneladas e Santa Catarina com 181.700 milhões de toneladas, colhido em área de plantio de 1.117.900; 930.200 e 61.100 hectares respectivamente (CONAB, 2020).

Com aumento da população mundial e a necessidade de se produzir cada vez mais alimentos necessitou-se adotar a colheita mecanizada. De acordo com Samogim *et al.*, (2020) a colheita é uma das etapas mais importantes, pois esta refere-se ao processo de retirada do produto final do campo, sendo também uma operação de alto custo que deve ser manejada corretamente para viabilizar o investimento realizado.

Há diversos fatores que influenciam diretamente no processo de perdas na colheita mecanizada, dentre eles pode-se citar: a idade do maquinário e seu tempo de uso, a regulação correta das colhedoras, a altura da plataforma de corte, umidade dos grãos, desenvolvimento da cultura e a ocorrência de plantas indesejadas. Outro fator importante é a velocidade de deslocamento da colhedora, sendo este o fator que mais se destaca em perdas no processo de colheita (MESQUITA *et al.*, 2011).

Os dois principais sistemas de trilha das colhedoras são com fluxo radial e de fluxo axial (CAMOLOSE *et al.*, 2015). Nas colhedoras com trilha de fluxo radial o produto passa uma única vez entre uma parte móvel chamado de rotor e uma parte fixa chamada de côncavo. Já nas colhedoras de fluxo axial, o produto gira entre o rotor e o cilindro separador, começando em uma extremidade e saindo em outra. Neste sistema o produto fica exposto ao impacto e ao atrito por um contato tangencial de poucos graus (PIERRE *et al.*, 2020). Segundo Camolose *et al.*, (2015), as colhedoras equipadas com o sistema de fluxo axial são mais eficientes se comparadas com as de fluxo radial, em relação de perdas e danos aos grãos além de as máquinas conseguirem obter uma maior alimentação por colheita. Desta forma, o presente estudo visa avaliar a perda na colheita do trigo provocada por diferentes modelos de colhedoras operando em lavouras da região noroeste do Rio Grande do Sul.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a perda na colheita do trigo provocada por diferentes modelos de colhedoras de grãos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimar as perdas quantitativas de grão na colheita mecanizada do trigo;

Comparar as perdas de grãos em colhedoras equipadas com sistema de trilha axial com maquinas equipadas com sistema de trilha radial.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1. A CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma gramínea anual de inverno cultivada em todo mundo, com a maior área cultivada dentre os cereais de inverno, mantendo a segunda maior produção em volume (689,9 milhões de toneladas), sendo inferior apenas à produção do milho (FIGUEIREDO *et al.*, 2013).

No Brasil, este cereal é cultivado principalmente na região sul, onde o estado do Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor, sendo superado somente pelo Paraná, que detém a maior produção. O País é um dos maiores importadores deste cereal, uma vez que aproximadamente a metade da demanda de consumo é atendida por importações. Segundo Associação Brasileira da Indústria do Trigo, (2021) o principal motivo das importações do trigo se dá pela demanda do trigo no país que é de aproximadamente 11 milhões de toneladas, sendo que o país produz em torno de 6 milhões de toneladas por ano.

3.1.1. HISTÓRIA DA CULTURA DO TRIGO

A cultura de cereais surgiu há 11 mil anos a.C. no Oriente Próximo, no Oriente Médio e em seguida na Europa, com a revolução neolítica. Ela representou uma grande mudança social e ideológica na época gerando modificações na relação entre homem e o meio. Assim, surgiu a necessidade de impulsionar a produtividade das espécies consumidas, entre elas o trigo. Com isso, iniciaram-se as especializações na agricultura (CALVIN, 1994 *apud* CONAB, 2017).

A partir de então, o trigo vem se destacando por sua grande importância para a economia global por estar entre os três cereais mais cultivados no mundo, juntamente com o milho e o arroz (CONAB, 2020).

Segundo Abitrigo (2021), o trigo era consumido em grãos, em forma de papa e misturado com peixes e frutas. Após isso, volta de 4.000 a.C., houve a descoberta do processo de fermentação do cereal pelos egípcios. Através desta descoberta passaram a produzir pães. Nesta época, também surgiram os primeiros biscoitos que eram feitos a base de trigo, água e mel. Com o grão se espalhando pelo mundo, cerca de 2.000 a.C., ele chega à China e passa a ser utilizado também para a fabricação de farinhas, macarrão e pastel.

O cultivo do trigo se expandiu nas regiões mais frias, como Rússia e Polônia, e foi através dos europeus que no século XV, o trigo chega às Américas (ABITRIGO, 2021).

Segundo a Abitrigo (2021), o trigo chega às terras brasileiras no ano de 1534, conduzido por Martim Afonso de Souza, que desembarcou na capitania de São Vicente.

O clima quente dificultou sua expansão, pois as sementes provinham de regiões com clima favorável. Somente na segunda metade do Século XVIII que a cultura do trigo começou a se desenvolver no Rio Grande do Sul, porém no começo do Século XIX a entrada da ferrugem dizimou os trigais (ABITRIGO, 2021). A retomada do cultivo se dá nos anos 20 do século passado. A partir da década de 40, o estado do Rio Grande do Sul e Paraná começam a expandir seu cultivo, sendo hoje estes os principais estados produtores do Brasil (ABITRIGO, 2021).

A consolidação e a expansão da cultura só viriam a partir da década de 1940, com a entrada das tecnologias como as sementes melhoradas e a mecanização no processo de colheita, permitindo a produção de grãos melhores e aumentando a produtividade (HENZEL, 2014).

Surgido o potencial das lavouras de trigo do sul do Brasil, aumenta-se os investimentos na cadeia produtiva do trigo, bem como subsídios e pacotes tecnológicos, permitindo potencializar e melhorar as condições do solo e um aumento na produção do trigo. Segundo Fronza *et al.*, (2007 *apud* HENZEL, 2014), quando os subsídios são retirados pelo governo, em 1989, provoca-se um aumento nas importações de trigo.

Com o passar dos impasses iniciais na produção do trigo no Brasil, a produção teve muitas oscilações. Conforme dados avaliados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), quando comparado a safra 1987/88 com volume de mais de 6 milhões de toneladas e a safra de 2000/01 com apenas 1,7 milhão de toneladas, sendo hoje a produção acima dos 6 milhões de toneladas ainda insuficiente para demanda do consumo brasileiro de cerca de 11 milhões de toneladas. Nestas condições o Brasil tem necessidade de importar cerca de 4 milhões de toneladas (ABITRIGO, 2021). Esta situação mostra que essa cultura é de extrema importância e está entre os principais produtos agrícolas brasileiros, com papel essencial no abastecimento interno bem como nas transações com outros países.

Ainda que muito dos entraves na cultura já tenham sido superados, em um deles, a área de semeadura, a produção fica dependente das condições de mercado, que, nos últimos anos vem mostrando uma retomada nos ganhos ao agricultor (CONAB, 2020). Porém, na contramão, na safra de 2012/13, o clima foi um fator prejudicial, ocorrendo temporais e geadas durante o ciclo da cultura (EMATER, 2012).

3.1.2. Classificação do trigo brasileiro

Outro aspecto que tem gerado discussão é a qualidade dos grãos de trigo produzidos no Brasil. Conforme Pomeranz (1987 *apud* MASSON, 2010), a qualidade do grão do trigo possui relação direta com a interação que a planta sofre no campo devido as condições do solo, clima, incidências de pragas, manejo da cultura, da cultivar, o processo de colheita, secagem, armazenamento e moagem.

A classificação do trigo se faz necessária para fins de padronização. Com isso a consistência de qualidade entre lotes oriundos de safras e regiões diferentes é importante para o usuário do produto. Assim, os principais países possuem seus próprios sistemas de classificação, visando manter a identidade dos produtos. Segundo Scheeren e Miranda, (1999) surgiu-se a necessidade de maior aproximação com as classificações internacionais, onde um trigo inferior acaba diminuindo a importância de outras classes e foram estes motivos que levaram a mudança no atual sistema de classificação de trigo.

Na nova classificação, o trigo brasileiro foi delimitado em cinco classes: trigo branco, trigo pão, trigo melhorador, trigo para outros usos e o trigo durum, possuindo os quatro primeiros os grãos provenientes da espécie *Triticum aestivum* L. e o último trigo a espécie *Triticum durum* **comum** (SCHEEREN e Miranda, 1999). Esta classificação da cultura leva em consideração os parâmetros de Força do Glúten, Estabilidade e Número de Queda (IN n° 38. 2010).

Segundo o anexo IV da IN n°38, além desta classificação acima, o trigo é segregado em grupos e tipos de acordo com a qualidade dos grãos avaliados pelas características como o peso do hectolitro, matérias estranhos, impurezas, defeitos oriundos de insetos, calor, mofo, chochos, triguilhos e quebrados. Grande parte das características mencionadas acima são condicionadas pelo tempo após a maturação em que os grãos se encontram a campo até o momento da colheita. De acordo com Henzel (2014) a operação de colheita está sujeita as condições climáticas, sendo estas as mesmas

que afetam a qualidade dos grãos. Assim, quanto menor o tempo de espera entre a maturação fisiológica cultura e a colheita, menores serão as perdas de qualidade dos grãos. Entretanto, teores de umidade acima de 18 a 20% aumentam sensivelmente perdas durante a colheita mecanizada.

3.1.3. Colheita do Trigo

Mesmo que as ferramentas artesanais estiveram na agricultura desde os primórdios, com o passar do tempo surgiram novas descobertas de ferramentas mais eficazes para a colheita, com a evolução passam a chegar máquinas capazes de colher o trigo, assim surge o termo mecanização agrícola.

No fim do século XIX, no Ocidente, Mazoyer e Roudart (2001, p.96) relatam que se iniciou a mecanização da tração animal, chegando para dobrar a superfície por trabalhador e aumentando a produtividade. No século XX com a grande mecanização permitiu aumentar a superfície em mais de cem hectares por trabalhador.

Segundo Mazoyer e Roudart (2001) o processo de mecanização foi lento à medida que o desenvolvimento das máquinas se deu necessidade das próprias, toda a parte de desenvolvimento e experimentos que era realizado era através de carpinteiros, ferreiros e até mesmo pelos próprios agricultores. No entanto analisando toda a história a agricultura, o desenvolvimento da mecanização se deu em um curto período, e nesse tempo conforme estes mesmos autores, tiveram uma grande mudança na forma de se cultivar o solo e na produção de alimentos.

Com a chegada gradativa nas mudanças de modos de produção os agricultores tiveram alguns saltos importantes, entre eles no modo em que as culturas seriam colhidas. Diante disto Mazoyer e Roudart, (2001) enquanto as manufaturas continuaram copiando os equipamentos de origem artesanal, a indústria teve que agilizar e conceber equipamentos que permitiriam economia em mão de obra e ganhos em produção para então justificar a substituição dos equipamentos artesanais por equipamentos mecanizados e com preço elevado. No século XIX, de forma escalonada começou a surgir várias novas máquinas de tração animal como: charruas metálicas, arados brabant, semeadoras mecânicas, ceifadeira, condicionadores de feno, colhedoras-juntadoras, colhedoras-enfardadeiras, capinadeiras, enleiradoras, trilhadoras e outros tipos de

maquinas manuais para realização das colheitas. Com esse contexto as maquinas foram aumentando sua capacidade de colheita até os dias de hoje.

3.1.4. Tipos de colhedoras

Hoje no mercado possuem colhedoras equipadas com sistema de trilha chamados de radial ou tangencial, axial (rotor axial) e as denominadas hídricas (radial e axial) (PINHEIRO, 2014). Sendo que preferencialmente será abordado as colhedoras radial e axial.

Segundo Pinheiro (2014) no sistema radial, possui o cilindro e côncavo transversal, a trilha acontece através da entrada do material da cultura pela esteira, esse material passa entre o cilindro e o côncavo por onde acontece a trilha. A grande parte dos grãos separados na trilhagem desce pelo côncavo indo em direção ao sistema de limpeza e a palha graúda é levada para o saca-palhas, onde este material passa pelo segundo cilindro chamado de batedor traseiro, esse recebe impacto contra o pente do côncavo complementando a trilha e contribui na separação.

Neste sistema sua característica é mudar a trajetória do material pela rotação do cilindro, o que causa demora as saídas do grão do sistema, acarretando pontos negativos bem como, dano mecânico no grão, retardamento do fluxo da palha, este que sobrecarrega o sistema de separação e limpeza. No entanto esses sistemas necessitam de regulagem e manutenção compatíveis com as condições impostas pela cultura, a maior permanencia desses grãos causa maior impacto, comprometendo a qualidade da colheita (PINHEIRO, 2014).

Figura 1 - Sistemas de trilha e separação saca-palhas (radial).

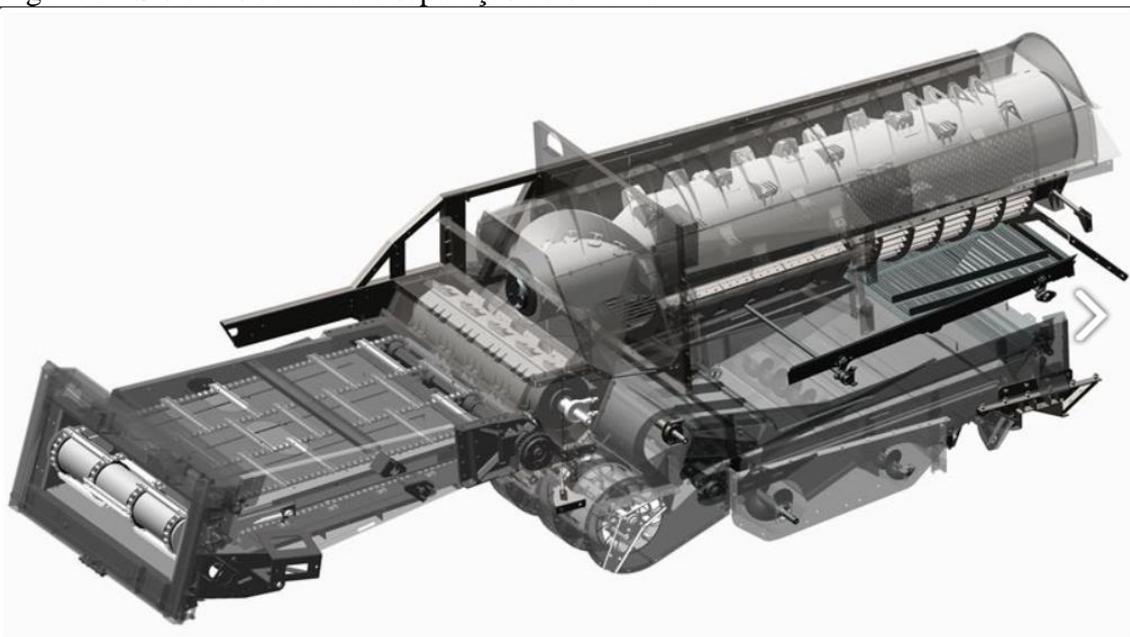


Fonte: Pierre *et al.*, (2020).

A colhedora equipada com o sistema axial é composta por rotor e côncavo longitudinal em relação a máquina. De acordo com Pinheiro (2014), a principal característica desse sistema é a menor permanência dos materiais na sessão e trilha, o que consequentemente reduz danos mecânicos (quebra de grãos), sendo assim, o material se desloca paralelo ao eixo do rotor, tendo maior tempo na separação do grão da palha, reduzindo perdas.

Segundo Pinheiro (2014) a trilha e a separação acontecem concomitantemente por um único sistema, visando antes de tudo a qualidade do grão e a redução de perdas. Pelo fato de que o rotor e o côncavo estarem situados no sentido longitudinal da colhedora, a saída dos grãos do sistema é acelerada, faz com que minimiza o atrito e diminuindo as quebras e a separação ocorre gradativamente ao longo do côncavo até o sistema de limpeza.

Figura 2 - Sistemas de trilha e separação rotor axial.



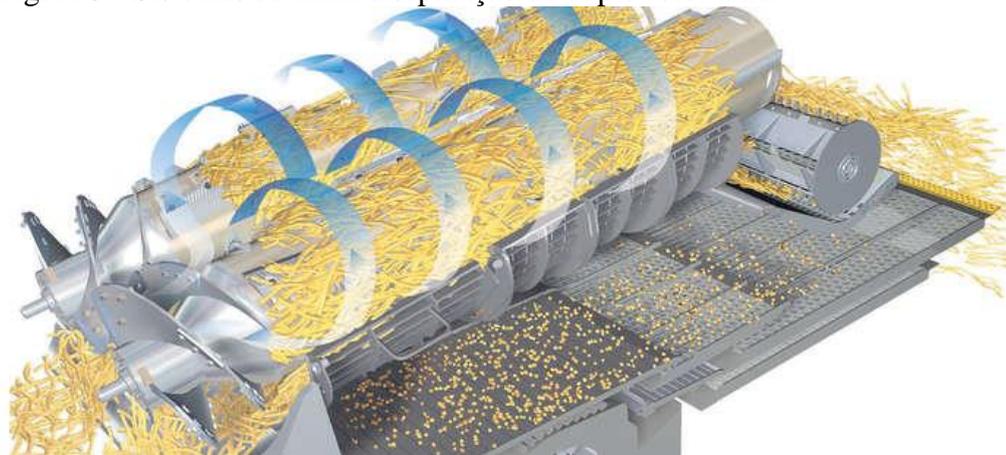
Fonte: Pierre *et al.*, (2020).

As colhedoras equipadas com duplo rotor axial são caracterizadas pela maior capacidade de debulha e separação o que contribui o favorecimento a qualidade de grãos, reduzindo perdas e danos, proporcionando uma debulha mais suave o que contribui diretamente no desempenho da colhedora (PINHEIRO, 2014).

Rotores axiais com maior diâmetro aumentam drasticamente a força centrífuga, proporcionando a separação mais rápida do grão da palha e a saída em menor tempo do sistema, o que reduz os danos mecânicos aos grãos. De acordo com Pinheiro (2014), o sistema de rotores duplos apresenta algumas diferenças com relação aos rotores de menor diâmetro, permitindo maior circulação de massa entre côneco e rotor, principalmente para ruptura de produtos úmidos.

Segundo Pinheiro (2014), colhedoras com dois rotores axiais possuem, dois cônecos, tendo ainda maior área quadrada de côneco e maior força centrífuga do que as de apenas um rotor, permitindo que a separação de aproximadamente 80% a 90% do grão aconteça no setor de trilha esta trilha se dá pelos dois rotores e o contato de grão a grão em ambos os lados distribui de forma mais uniforme o material sobre as peneiras, principalmente em ladeiras.

Figura 3 - Sistemas de trilha e separação de duplo rotor axial.



Fonte: Carpal tratores, (2021).

Segundo Höher (2011, p.23) “as cinco operações fundamentais realizadas em uma colheitadeira independente do sistema de colheita são as seguintes”:

- a) Corte e alimentação da plataforma de corte;
- b) Trilha;
- c) Separação do grão e da palha;
- d) Limpeza do grão;
- e) Armazenamento e descarga do grão.

Com a associação destas cinco operações fundamentais em uma única colhedora foi sem dúvida um grandioso sucesso no ponto de vista da praticidade, bem como a diminuição do trabalho na hora da colheita (HENZEL, 2014). Entretanto a exposição dos mecanismos como a inclinação, solavancos e oscilações de velocidade na hora da colheita tem gerado problemas em relação à eficiência destes mecanismos da máquina, porém há outras complexidades que são relacionadas à colheita de grão de trigo. Conforme Moraes *et al.*, (1999 *apud* HENZEL, 2014) estas complexidades em um modo geral estão relacionadas às condições das culturas, uniformidade da lavoura, umidade nos grãos e a habilidade dos operados.

Figueiredo *et al.*, (2013) reforça que os operadores de máquinas devem compreender o funcionamento dos mecanismos complexos da máquina, sendo que, por muitos a colheita do trigo é considerada uma das etapas de grande importância, devido sua relação direta com o rendimento e a qualidade final dos grãos.

O operador da colhedora executa várias funções importantes no processo de colheita. Segundo Moraes *et al.*, (1999 *apud* HENZEL, 2014) entre elas: conduzir a máquina, responsável pelas regulagens na colhedora, manter-se atento quando surge alguma falha nos mecanismos, outro ponto também não menos importante é se fazer as manutenções necessárias antes mesmo de se iniciar a safra.

De acordo com Portella (2001) as máquinas de marcas diferentes requerem regulagens diferentes umas das outras, e até mesmo máquinas da mesma marca, mas modelos diferentes, se deve seguir e acordo com o manual de instruções, assim se faz necessidade do operador ler atentamente e seguir as instruções.

Entre algumas tecnologias empregadas nas colhedoras que vem a facilitar os trabalhos de campo está o monitor de perdas, este mecanismo detecta perdas consequentes dos mecanismos internos da máquina. Este monitor permite que o operador consiga visualizar em tempo real se está tendo perda na colheita, caso tenha, o operador consegue fazer os ajustes necessários (COMPAGNON *et al.*, 2012).

3.2. Tipos de perdas na colheita mecanizada

Segundo Abrecht, (2009) durante o período de colheita do trigo há grande dificuldade devido as chuvas frequentes durante esse período, com isso ocasiona perdas em qualidade dos grãos, sendo essa perda relacionada ao problema de germinação na espiga e peso do hectolitro (PH). Muitos agricultores que visam evitar essas perdas, começam a colheita quando os grãos estão com alto teor de umidade. Além disso, quando feita a colheita com teor de umidade dos grãos acima de 13%, estes devem ser secados para que seja corrigida a 13% que é o ponto ideal ao armazenamento.

Quando os problemas são relacionados à colheita de grãos muito úmido estão associadas as perdas diretamente nos mecanismos internos da colhedora. De acordo com Portella (2002) “Colheitas com elevado nível de umidade no grão (25%), apresentaram elevados valores de perda, tanto quantitativos quanto qualitativos”. Portanto quando colhidos com teor de umidade reduzido, estes problemas estão relacionados a quebra dos grãos, além das perdas de teor de água que irá refletir no peso dos grãos e consequentemente na produtividade final.

Alguns dos vários fatores influenciam a entrada na lavoura para realizar a colheita, podem ser citados, como, ponto de maturação e a umidade dos grãos, a umidade do solo

e para produtores que dependem de serviços de terceiros, a disponibilidade de máquinas que é um grande problema (MORAES *et al.*, 1999 *apud* HENZEL, 2014). As condições climáticas é um ponto muito importante na tomada de decisão, pois o excesso de chuvas pode ocasionar elevadas perdas na safra (PORTELLA, 2002).

Conforme Portella (2002), em seu trabalho de avaliação da influência do ponto de colheita nas perdas de grãos de trigo, estabeleceu as seguintes épocas de colheita:

- a. após maturação fisiológica de trigo ($\pm 25\%$ de umidade);
- b. 5 dias após ($\pm 20\%$ de umidade);
- c. 8 dias após ($\pm 16\%$ de umidade);
- d. maturação plena ($\pm 13\%$ de umidade).

As épocas referidas por Portella podem servir no momento da colheita como indicativos de percentual de umidade nos grãos. Entretanto sempre que possível quando não há risco de ocorrência de chuvas, recomenda-se aguardar o teor de água dos grãos chegue a 13%, assim dispensando o processo de secagem (FRONZA *et al.*, 2007 *apud* HENZEL, 2014).

Segundo Portella (2002), demonstra que as maiores perdas na colheita de trigo se deram pelos mecanismos internos da colhedora e nas condições onde tiveram uma maior umidade dos grãos. De acordo com Dall’Agnol e Silveira, (2019) “cerca de 80% das perdas na colheita estão relacionadas à falta de ajustes nos mecanismos da plataforma de corte das colhedoras, e à velocidade excessiva de deslocamento das mesmas”.

Na literatura encontra-se várias citações informando que as estimativas de perdas toleráveis estejam na faixa de 60 kg/ha. Portella (2002) dispõem de uma proposta para contabilizar uma perda de 60 kg/ha utilizando a metodologia da armação de 2m².

Esta metodologia resume-se na coleta dos grãos após a passagem da colhedora, em uma armação retangular de dois metros quadrados, na qual umas das medidas é a largura da plataforma de corte da colhedora, posteriormente da coleta esses grãos são depositados em um recipiente (copo) que apresenta uma escala graduada onde indica diretamente perdas/desperdícios que está ocorrendo naquele momento. Sendo este um método rápido, prático e eficiente para quantificar e qualificar a soja colhida, além de que, não necessita interromper a operação de colheita (EMBRAPA, 2011).

Segundo Portella (2001), de um modo geral, ocorre muitas perdas durante a colheita e mesmo antes dela ocorrer, sendo as principais então:

- a) Pré-colheita;
- b) De plataforma;
- c) Unidade de trilha;
- d) No saca-palhas;
- e) Nas peneiras.

3.2.1. Pré-colheita

As perdas em pré-colheita ocorrem antes de sofrerem qualquer influência das condições que a colhedora se encontra, mas estas perdas serão somente contabilizadas nas perdas totais, bem com as perdas na plataforma de corte e os mecanismos internos (HENZEL, 2014).

De acordo com Figueiredo *et al.*, (2013) tais perdas podem ser avaliadas com auxílio de uma armação colocada dentro da faixa de colheita, onde todos os grãos e espigas caídos a uma altura menor que 0,10 (altura média de colheita) precisam ser recolhidos e pesados.

Figueiredo *et al.*, (2013), observou se em seu estudo realizado que as perdas na pré-colheita variaram a medida com que se alterou a umidade dos grãos, nas quais as menores perdas foram observadas quando os grãos estavam com um valor de umidade aproximado de 18%, porem contradiz ao estudo de Portella, (2002) concluiu que à medida que o nível de umidade do grão decrescia menor foram as perdas de grãos na plataforma da colhedora.

3.2.2. Na plataforma de corte

Para avaliação das perdas na plataforma, procede se de forma parecida ao exposto para as perdas na pré-colheita, entretanto a amostragem é efetuada após a passagem da colhedora e assim, desconta se as perdas pré-colheita.

Em um trabalho realizado por Portella (2001), sobre a cultura da soja com diferentes teores de umidade nos grãos, o autor observou que, na medida em que os grãos foram perdendo umidade, as perdas na plataforma de corte foram reduzidas. Segundo

PORTELLA (2002) observou se em seu estudo que as perdas medias na plataforma de corte representaram 34% da perda total de grãos, sendo o restante (66%) decorridos dos mecanismos de trilha e separação.

3.2.3. Nos mecanismos internos

Geralmente denominadas como mecanismos internos as unidades de trilha, saca-palhas e peneiras e podem terem suas perdas avaliadas de forma única. Portanto Figueiredo *et al.*, (2013) utilizou uma armação com dimensões iguais utilizadas na pré-colheita e na plataforma de corte, a diferença desta foi a utilização de tecido TNT onde foi recoberto toda a armação e foi colocado na linha de passada da máquina para recolher as perdas do sistema de trilha, saca palhas e peneiras.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localidades dos experimentos

O experimento foi realizado em diferentes cidades, localizadas no interior dos municípios de Roque Gonzalez, Cândido Godói, Dezesseis de Novembro e Rolador na safra de trigo 2020/2021. Todos os municípios citados pertencem a região Noroeste do Rio Grande do Sul.

A coleta dos dados foi realizada na cultura do trigo, nos dias 21, 22, 27 de outubro de 2021 em lavouras comerciais, com as seguintes cultivares Tbio Audaz, Tbio Toruk e Tbio Sinuelo (BIOTRIGO) quando a cultura apresentou teor de umidade de 13%. Portella (2002) indica início dos trabalhos de colheita da cultura do trigo quando o teor de umidade dos grãos for inferior a 16% de umidade.

4.1.2. Colhedora

Na avaliação das perdas na colheita, foram utilizadas seis colhedoras diferentes. Dentre essas, três colhedoras são equipadas com sistema de trilha do tipo radial, colhedoras TC 57 2001, TC 5070 2010 e 2011. As colhedoras CR 9060 2013, CR 7.90 2018 e 2021 são equipadas com sistemas de trilha de duplo rotor (axial).

As características de cada colhedora utilizada na avaliação são descritas a seguir:

1. New Holland modelo TC 57, ano de fabricação 2001. A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do tipo caracol com largura de corte de 17 pés. A colhedora trabalhou com as seguintes regulagens: 2200 rpm do motor, 1000 rpm velocidade do cilindro, 840 rpm velocidade do ventilador, abertura batedor 11 mm, velocidade de deslocamento 5 km/h.
2. New Holland modelo TC 5070, ano de fabricação 2010. A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do tipo caracol com largura de corte de 17 pés. A colhedora trabalhou com as seguintes regulagens: 2140 rpm do motor, 950 rpm velocidade do cilindro, 880 rpm velocidade do ventilador, abertura batedor 9 mm, velocidade de deslocamento 4,5 km/h.
3. New Holland TC 5070, ano de fabricação 2011. A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do tipo caracol com largura de corte de 17 pés. A colhedora trabalhou com as seguintes regulagens: 2100 rpm do motor, 1000 rpm velocidade

do cilindro, 880 rpm velocidade do ventilador, abertura batedor 10 mm, velocidade de deslocamento 5 km/h.

4. New Holland CR 9060, ano de fabricação 2013. A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do tipo caracol com largura de corte de 35 pés. A colhedora trabalhou com as seguintes regulagens: 2100 rpm do motor, 1580 rpm velocidade do rotor, 780 rpm velocidade de ventilador, abertura batedor 9 mm, velocidade 5,3 km/h.
5. New Holland CR 7.90, ano de fabricação 2018. A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do tipo draper com largura de corte de 40 pés. A colhedora trabalhou com as seguintes regulagens: 2100 rpm do motor, 1150 rpm velocidade do rotor, 800 rpm velocidade do ventilador, abertura batedor 8 mm, velocidade de deslocamento 6 km/h.
6. New Holland CR 7.90, ano de fabricação 2021. A plataforma de corte utilizada pela colhedora é do tipo draper com largura de corte de 45 pés. A colhedora trabalhou com as seguintes regulagens: 2100 rpm do motor, 1180 rpm velocidade do rotor, 840 rpm velocidade do ventilador, abertura batedor 11 mm, velocidade de deslocamento 6 km/h.

Para a avaliação das perdas, foi considerada a massa total de grãos (kg/ha) que permaneceu na lavoura.

4.1.3. Avaliação

A coleta dos grãos foi realizada de forma manual, conforme a Figura 4, de acordo com a metodologia proposta por Portella (2002), em que consideram-se 2 m² distribuídos de acordo com a largura da plataforma de colheita.

Figura 4: Coleta de grãos de trigo no município do Rolador, Outubro, 2021.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Os grãos coletados foram acondicionados em sacos plásticos, identificados e encaminhados ao laboratório de sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul, para realização da pesagem em balança de precisão.

4.1.4. Análise estatística

O delineamento utilizado constitui em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos (colhedoras) e 4 repetições totalizando 24 unidades experimentais. Para a análise estatística foi utilizado o software Assistat, versão 7.7 pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.2. Perdas naturais

As perdas pré-colheita também chamadas de perdas naturais, foram avaliadas com auxílio de uma armação retangular com 2 m² de área útil antes da realização da colheita, metodologia esta que já vem sendo utilizada por vários autores (PORTELLA, 2002; CAMPOS, *et al.*, 2005; FIGUEIREDO *et al.*, 2013). As medidas da armação variam em função da largura da plataforma de corte da colhedora, desde que seja mantida a área de amostragem em 2m². Essa armação é colocada dentro da faixa de colheita, onde coletou se, todos os grãos e espigas caídos a uma altura menor que 100 mm (altura média de colheita).

4.3. Perdas totais

Para quantificação das perdas totais seguiu-se a mesma metodologia utilizada em perdas naturais, desta forma, foram quantificadas com auxílio de uma armação retangular com área útil de 2 m² seguindo a metodologia proposta pelos autores (PORTELLA, 2002; CAMPOS, *et al.*, 2005; FIGUEIREDO *et al.*, 2013). Essa armação foi instalada na área colhida, onde coletou-se todos os grãos inteiros e quebrados e espigas inteiras foram debulhadas. Para a coleta dos materiais foi removido cuidadosamente a palha que estava dentro do retângulo, afim de facilitar a coleta dos grãos.

Na Tabela 1, encontra-se as medidas da armação utilizada em função da largura da plataforma de corte das colhedoras.

Tabela 1: Medida da armação das colhedoras utilizadas no experimento.

Colhedora	Tamanho de plataforma	Medida de armação 2m ²
TC 5070 2010	17 pés	5,18m x 0,385m
TC 5070 2011	17 pés	5,18m x 0,385m
TC 57 2001	17 pés	5,18m x 0,385m
CR 7.90 2018	40 pés	12,19m x 0,164m
CR 9060 2013	35 pés	10,67m x 0,185m
CR 7.90 2021	45 pés	13,76m x 0,145m

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.4. Percentagem de perdas

Para determinar a percentagem de perdas, utilizou-se a metodologia proposta por Portella (1998), considerando a Equação 1.

Equação 1: Percentagem de perdas de grãos por hectare.

$$\text{Percentagem de perdas (\%P)} = \frac{(\text{Perda total} \times 100)}{\text{Rendimento da lavoura}} \quad (1)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. PERDAS NATURAIS

A avaliação das perdas naturais, foi realizada, mas não foram encontrados grãos e/ou espigas na área correspondente a parcela. Observa-se que não houve problemas de debulhas espontâneas ou por ação da natureza (granizo), nem acamamento das cultivares utilizadas.

5.2. PERDAS DE GRÃO NA COLHEITA

Foi observada diferença estatística entre os tratamentos avaliados. As médias de perdas de grãos encontradas nas lavouras submetidas a diferentes colhedoras, encontra-se na Tabela 02.

Tabela 2: Valores médios para perdas encontradas nas diferentes colhedoras.

Colhedoras	Médias de tratamento kg ha ⁻¹	Médias de porcentagem (%)
TC 5070 2010	8,612 b	0,292 b
TC 5070 2011	9,312 b	0,317 b
TC 57 2001	12,875 a	0,437 a
CR 7.90 2018	7,075 b	0,240 b
CR 9060 2013	8,087 b	0,275 b
CR 7.90 2021	8,525 b	0,290 b
CV (%)	9,66	10,28

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A colhedora que mais perdeu grãos na operação de colheita foi o modelo TC 57 2001, embora o valor de perdas foi baixo, uma vez que considera-se, tolerável as perdas totais para cultura do trigo de até 60 kg/ha (EMBRAPA, 2005; PORTELLA, 2002; COMPAGNOM, 2012). Dentre as possíveis causas das maiores perdas Palma e Fochi (2021), destacam a alimentação inadequada devido a ajustes na plataforma, barras do cilindro tortas, abertura de peneira inadequada, bem como a inclinação da colhedora, principalmente para máquinas sem regulagens automáticas. Outro fator a ser destacado é maior tempo de utilização da colhedora, visto que, Schanoski *et al.*, (2011), em pesquisa com a cultura da soja concluiu que o tempo de utilização da máquina pode incrementar as perdas, devido as condições atuais de produtividade.

Os demais modelos de colhedoras de grãos apresentaram desempenho semelhante em relação as perdas, no entanto, foram inferiores a máquina de marca TC 57 2001. Portanto, a plataforma draper das colhedoras CR 7.90 e os sistemas de trilha axial dos modelos CR 9060 e CR 7.90 não interferiram na quantidade de perdas de grãos.

O coeficiente de variação 9,66 % pode ser justificado pela baixa variabilidade das unidades amostrais encontradas, segundo Gomes (1985), considera os coeficientes de variação como baixos quando são inferiores a 10 %.

A colhedora que apresentou a maior média de porcentagem de perda de grãos na operação de colheita foi o modelo TC 57 2001. As demais modelos de colhedoras de grãos apresentaram desempenho semelhante em relação a porcentagem de perda, estas porcentagens, foram inferiores ao modelo TC 57 2001. Desta forma, as demais colhedoras não interferiram na quantidade de perdas de grãos. Segundo Fernandes (1981), em estudo realizado em lavouras da região de Dourados estas perdas chegaram a mais de 10% em algumas lavouras.

Os fatores que tem maior influência é a perda por hectare e a produtividade da área, conforme ocorre menores perdas por hectare e maior produtividade, menor será a porcentagem de perda, logo que, maiores perdas por hectare e menor produtividade, maior será a porcentagem de perda. Mesmo que houve perdas nessas áreas, elas não chegam a serem consideradas grandes prejuízos, pois estão dentro das perdas toleráveis da cultura.

5.3. PRODUTIVIDADE DAS ÁREAS

A produtividade encontrada nas diferentes lavouras está descrita na Tabela 3.

Tabela 3: Produtividade das lavouras onde foram avaliadas as perdas de grãos de trigo na colheita mecanizada.

Colhedora	Localidade	Produtividade kg ha ⁻¹
TC 5070	Cândido Godói	3.564
TC 5070	Dezesseis de Novembro	3.180
TC 57	Roque Gonzalez	3.060
CR 7.90	Rolador	2.820
CR 9060	Rolador	2.820
CR 7.90	Rolador	2.820
Média geral		2940

Fonte: Elaborada pelo autor.

Segundo a Tabela 3 a produtividade média de grãos de trigo nas áreas avaliadas foi de 2.940 kg ha⁻¹, superior à média nacional de 2.803 kg ha⁻¹ da safra 2021/2022 (CONAB, 2022). A produtividade máxima registrada foi de 3.564 kg ha⁻¹, superior à média nacional e a mínima registrada foi de 2.820 kg ha⁻¹.

6. CONCLUSÃO

Nas condições em que foi desenvolvido o trabalho conclui-se que:

- As perdas de grãos de trigo durante a colheita mecanizada foram inferiores aos valores máximos recomendados pela EMBRAPA (60 kg ha^{-1}).
- Os sistemas de trilha radial ou axial não influenciaram as perdas quantitativas durante a operação de colheita do trigo
- A colhedora com mais tempo de utilização apresentou maiores valores de perdas durante a operação.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABITRIGO. **Sobre o trigo: história do trigo.** Disponível em:<<http://www.abitrigo.com.br/conhecimento/historia-do-trigo/>>. Acesso em 12 de Julho de 2021.

ABRECHT, J. C. **Cuidados na colheita e pós-colheita do trigo no Cerrado do Brasil Central.** Revista Cultivar, 2009.

BANDEIRA, J. B. **PERDAS NA COLHEITA DA SOJA EM DIFERENTES VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO DA COLHEDORA.** (Monografia). Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, 2017.

COMPAGNON, A. M. *et al.*, **Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja.** Scientia Agropecuaria. 3 (2012) 215 – 223. Disponível em: <<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/viewFile/84/94>> Acesso em: 20 de Julho de 2021.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira.** Planilha. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em 28 de junho de 2021.

CR. **Carpal Tratores.** New Holland, 2021. Disponível em: <<https://carpaltratores.com.br/machines/cr>> Acesso em 12 de outubro de 2021.

DALL'AGNOL, A. e SILVEIRA, J. M. **As inaceitáveis perdas na colheita da soja.** Canal rural, 2019. Disponível em: <[As inaceitáveis perdas na colheita da soja \(canalrural.com.br\)](https://canalrural.com.br)> Acesso em: 12 de Julho de 2021.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Sistemas de produção 9: tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil 2006.** Londrina, 2005. 220p.

EMBRAPA. **Copo medidor para a determinação da perda e do desperdício de grãos na colheita mecanizada de soja.** Disponível em: <[Copo medidor para a determinação da perda e do desperdício de grãos na colheita mecanizada de soja. - Portal Embrapa](#)>. Acesso em: 26 de Julho de 2021.

FIGUEIREDO, A. S. T. *et al.*, **Influência da umidade de grãos de trigo sobre as perdas qualitativas e quantitativas durante a colheita mecanizada.** Ambiência, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 349-357, ago. 2013. ISSN 2175-9405. Disponível em:

<<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1906>>. Acesso em: 08 de Julho 2021.

FOCHI, Marcos A.; PALMA, Marcos A. Z. **Ajustada para o trigo**. Cultivar maquinas, n° 218, 2021. p. 16 -19.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.

HENZEL, M. J. **AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE TRIGO**. (Monografia). Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, 2014.

HÖHER JUNIOR, A. **Design de uma peneira rotativa para colheitadeira de grãos**. Dissertação (Mestrado). Escola de engenharia, Programa de Pós-graduação em Design, UFRGS, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 38, DE 30 DE NOVEMBRO DE 2010. **Regulamento Técnico Do Trigo**. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Disponível em:<<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf>>. Acesso em 08 de Julho de 2021.

MASSON BOSCHINI, A. P. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2010.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das Agriculturas do Mundo: Do neolítico à crise contemporânea**. Lisboa, Portugal: Instituto Piaget, 2001, 569 p.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. G. M.; FRANÇA NETO, J. B.; SILVA, J. G.; FONSECA, J. R.; GUIMARÃES SOBRINHO, J. B. **Monitoramento das perdas de grãos na colheita de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 14p.

PIERRE, L. P. *et al.*, **Quais os sistemas e tecnologias presentes nas colhedoras de grãos**. Revista Cultivar, 2020.

PINHEIRO, P. P. **Opções para colher bem**. Cultivar Máquinas, n° 141, 2014. p. 08 – 13.

PORTELLA, J. A. Colhedoras para trigo: Mecanismos, regulagens, perdas. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT. p. 52, 1998. (Documentos, 47).

PORTELLA, J. A. **Influência do ponto de colheita nas perdas de grãos de trigo**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, p.17, 2002. (Circular técnica, 7).

PORTELLA, J. A. **Menos perdas, mais colheita**. Cultivar Máquinas, nº06, 2001. p.12 e 13.

SAMOGIM, E. M. *et al.*, **Menos perdas**. Cultivar Máquinas, nº 172, 2017. p. 06 – 09.

SCHANOSKI, R. *et al.*, Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá – PR. 2011.

SCHEEREN, P.L. MIRANDA M. Z. de. **Trigo brasileiro tem nova classificação: 36 Novos critérios adotados a partir da safra de 1999**. Passo Fundo: Comunicado técnico online. Embrapa Trigo. Nº 18, dez/99.