

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DALTON JONAS ROSIN**

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO NA REGIÃO DE VERÊ -  
PARANÁ**

**PATO BRANCO**

**2022**

**DALTON JONAS ROSIN**

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO NA REGIÃO DE VERÊ -  
PARANÁ**

**Losses in mechanized corn harvesting in the in the Verê region - Paraná**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Alcir José Modolo, Prof. Dr.

**PATO BRANCO**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**DALTON JONAS ROSIN**

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO NA REGIÃO DE VERÊ -  
PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do  
título de Bacharel em Agronomia do Curso de  
Bacharelado em Agronomia da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 23/novembro/2022

---

Alcir José Modolo  
Doutorado em Engenharia Agrícola  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

José Ricardo da Rocha Campos  
Professor do Magistério Superior  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Diego Fernando Daniel  
Mestre em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PATO BRANCO**

**2022**

Dedico este trabalho a minha família,  
especialmente meus pais, Onira e Armindo, e  
meus irmãos Devair e David.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me permitiu a vida para desfrutar de momentos como este.

Sou muito grato aos meus pais, Armindo Rosin, e Onira T. S. Rosin pelos ensinamentos, e apoio emocional e financeiro, aos meus dois irmãos Devair Rosin e David Rosin, e também minha namorada Jiane, que sempre me apoiaram e motivaram nessa extensa caminhada.

Agradeço ao meu tio Luis Carlos Rosin pelo grande apoio, que serviu como pilar para que este sonho se tornasse realidade.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo ensino qualificado oferecido, agradecimento aos professores do Curso de Agronomia pelos conhecimentos transmitidos e também pelas amizades conquistadas durante toda a graduação, estas que serão levadas por toda a vida.

Ao meu orientador professor Dr. Alcir José Modolo pela paciência, orientação e disponibilidade sempre preocupado em auxiliar não apenas como orientador, mas também como amigo, grande exemplo de pessoa a ser seguido.

Aos agricultores que permitiram que as avaliações fossem realizadas em suas propriedades.

Aos colegas de graduação que sempre estiveram presentes em toda essa caminhada e contribuíram de alguma forma para o crescimento humano e profissional.

Enfim agradeço a todos que de alguma forma contribuíram e me ajudaram, muito obrigado.

Ao CNPq, onde tive a oportunidade de receber bolsa de iniciação científica pelo período de 12 meses, sob orientação do professor Dr. Alcir José Modolo, agradeço também ao colega Maicon Sgarbossa que também sempre esteve presente nos experimentos auxiliando e ajudando, muito obrigado.

Os mais belos frutos estão escondidos nas sementes sem nenhuma formosura. Nunca duvide das sementes (CURY, 2007).

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no mundo, sendo o Brasil o maior produtor mundial do grão. A colheita desse cereal é realizada de forma mecanizada por uma máquina denominada colhedora de grãos, que conta com um sistema de trilha que pode ser tangencial ou radial, axial ou ainda, híbrido. Entretanto, muitos fatores podem provocar perdas durante este processo, o que por sua vez pode resultar em diminuições significativas de lucratividade. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo avaliar as perdas durante o processo da colheita mecanizada do milho, no município de Verê - Paraná durante a safra agrícola 2021/2022. O levantamento dos dados foi realizado considerando uma amostra de 11 colhedoras, em diferentes propriedades. Durante a inspeção, foram avaliados parâmetros referentes à máquina (ano de fabricação, tempo de uso e sistema de trilha), ao operador (idade e tempo de experiência) e à lavoura (umidade dos grãos na colheita, produtividade, perdas naturais e perdas no sistema de trilha e na plataforma de corte). Os dados foram submetidos a uma análise exploratória, por meio de estatística descritiva, com resultados expostos em forma de gráficos. A maior parte dos operadores de colhedoras da região sudoeste do Paraná possui idade entre 21 a 25 anos, com menos de 5 anos de experiência na atividade. Os maiores índices de perdas de colheita na cultura do milho ocorreram de maneira natural. A maior parte das colhedoras pertence a marca John Deere®, com sistema de trilha axial. A idade das colhedoras não influenciou a quantidade de perdas de colheita na plataforma. Quanto maior o tempo de uso de uma colhedora, maior são as perdas no sistema de trilha.

**Palavras-chave:** grãos; máquinas - manuteno e reparos; máquina agrolas; sistema axial; sistema radial.

## ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is one of the main cereals produced in the world, with Brazil being the world's largest grain producer. The harvest of this cereal is carried out mechanized by a machine called a grain harvester, which has a track system that can be tangential or radial, axial or hybrid. However, many factors can cause during this process, which in turn can result in significant decreases in profitability. In this sense, this study aimed to evaluate the losses during the Cessation of mechanized corn harvesting in the municipality of Verê - Paraná during the agricultural harvest 2021/2022. Data collection was carried out considering a sample of 11 harvesters. ras, in different properties. During the inspection, parameters related to the machine (year of manufacture, time of use and threshing system), to the operator (age and time of experience) and the crop (grain moisture at harvest, productivity, natural losses and per- on the threshing system and on the cutting platform). The data were submitted to an analysis exploratory, through descriptive statistics, with results displayed in the form of graphs. Most harvester operators in the southwest region of Paraná are aged between 21 to 25 years old, with less than 5 years of experience in the activity. The highest loss rates of harvest in the corn crop occurred naturally. Most harvesters belongs to the John Deere® brand, with an axial track system. The age of the harvesters did not influence highlighted the amount of crop losses on the platform. The longer the time of use of a harvester, the greater the losses in the threshing system.

**Keywords:** grain; machinery - maintenance and repair; agricultural machinery; axial system; radial system.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Sistema de trilha tangencial . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2 – Sistema de trilha axial . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3 – Sistema de trilha híbrido . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>Figura 4 – Modelo de armação em madeira que foi utilizada nas avaliações de perdas na colheita mecanizada de grãos de milho . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5 – Avaliação de perda natural (P), na plataforma de corte (C) e sistema de trilha (T) . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6 – Faixa de idade dos operadores de colhedora . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>Figura 7 – Tempo de experiência dos operadores de colhedora . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>Figura 8 – Marca das colhedoras avaliadas . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>Figura 9 – Sistema de trilha as colhedoras avaliadas . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>Figura 10 – Relação entre as perdas totais de colheita (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>) e os modelos de colhedoras avaliados . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>Figura 11 – Relação entre as perdas totais de colheita (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>) e a umidade dos grãos durante a colheita . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>Figura 12 – Ano de fabricação das colhedoras avaliadas . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>Figura 13 – Relação entre a idade das colhedoras (anos) e o tipo de perdas de grãos de milho durante a colheita (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>) . . . . .</b>	<b>23</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos gerais da cultura do milho</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Sistema de colheita de grãos</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Perdas na colheita mecanizada de grãos</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Fatores que influenciam a perda de grãos na colheita</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Procedimento de inspeção</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Parâmetros avaliados</b>	<b>16</b>
3.2.1	Parâmetros avaliados referentes à máquina	16
3.2.1.1	<u>Idade, marca e modelo da máquina</u>	16
3.2.1.2	<u>Sistema de trilha</u>	16
3.2.2	Parâmetros avaliados referentes à lavoura	16
3.2.2.1	<u>Quantificação das perdas naturais</u>	17
3.2.2.2	<u>Quantificação das perdas mecânicas</u>	17
3.2.2.3	<u>Umidade dos grãos na colheita</u>	17
3.2.3	Parâmetros avaliados referentes ao operador	18
3.2.3.1	<u>Idade e tempo de profissão</u>	18
<b>3.3</b>	<b>Análise dos dados</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio desempenha papel de grande importância para o Brasil, sendo que o milho é uma das principais culturas de grãos produzidas no país. Este cereal possui grande importância agregada, sendo utilizado para alimentação de forma direta na dieta humana e animal e também como matéria-prima de diversos produtos para alimentação humana, animal, produção de biocombustíveis, dentre outros (BARROS; CALADO, 2014).

O Brasil se destaca na produção mundial do cereal, estando atrás apenas dos Estados Unidos, que produziu 364,28 milhões de toneladas de grãos na safra 2018/2019 e, da China, que produziu 257,33 milhões de toneladas na mesma safra (CONAB, 2019).

Segundo a CONAB (2021), a produção total do cereal na safra 2020/2021 prevista para o país foi 93,38 milhões de toneladas, que foram cultivados em um total de 19,83 milhões de hectares.

A média nacional de produtividade do milho na safra 2020/2021 foi de aproximadamente 4.709 kg ha<sup>-1</sup>, tendo uma redução da média quando comparado a produção da safra 2019/2020, onde se obteve produção média de 5.537 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2021). Esta redução possivelmente está ligada a estiagem e também a geada que atingiu algumas regiões produtoras do cereal.

A região do Brasil que mais produziu em quantidade de grãos na safra 2019/2020, foi o Centro-Oeste, seguido da região Sul, onde o estado do Paraná se destacou, com produção de 14,9 milhões de toneladas na safra 2019/2020, e 13,4 milhões de toneladas na safra 2020/2021 (CONAB, 2021).

Neste contexto, o sudoeste do Paraná possui uma extensa área de plantio de milho, principalmente de segunda safra, onde se concentra a maior área plantada, uma vez que esta cultura representa uma boa alternativa para a safrinha após a colheita da soja ou do feijão. Na safra 2017/2018, nesta região foram produzidas 736.732 toneladas do grão, cultivadas em um total de 114.450 hectares. A média de produção da safra ficou próxima de 107 sacas de milho por hectare (CONAB, 2021).

Por se tratar de cultura com grandes áreas cultivadas, a adoção da colheita mecanizada passou a ser fundamental, principalmente para acelerar o processo operacional de retirada do produto do campo, já que essa cultura se apresenta muito perecível a adversidades climáticas. A produção brasileira tem crescido nos últimos anos, tanto em produtividade como em área semeada, e estes aumentos passaram a exigir maior qualidade e rapidez na colheita. No entanto, quando essa operação é realizada de forma incorreta, acarreta perdas consideráveis, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores.

Neste contexto, as pesquisas para identificar a origem das perdas de grãos no instante da colheita são necessárias, para reduzir as perdas qualitativas e quantitativas, pois vários fatores são capazes de reduzir a efetividade da colheita (PINHEIRO NETO; GAMERO, 1999).

Devido à característica de pequenas propriedades rurais, mão de obra caracterizada como familiar e à importância dessa cultura para a região Sudoeste do Paraná, fica evidente

a importância do estudo e quantificação das perdas da colheita de milho nessa região. Outro ponto que merece ser destacado, se refere a falta de trabalhos/informações sobre perdas na colheita mecanizada de milho no sudoeste do Paraná.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as perdas na colheita mecanizada de milho em lavouras comerciais na região de Verê, sudoeste do estado do Paraná, durante a safra agrícola 2021/2022.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as perdas naturais na cultura do milho;
- Avaliar as perdas pela plataforma de corte, nos sistemas de trilha e separação e limpeza;
- Identificar os principais fatores que influenciam nas perdas na colheita mecanizada de milho no sudoeste do Paraná.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta pertencente à família Poaceae, que apresenta sistema radicular fasciculado, de modo que os aspectos vegetativos e reprodutivos da planta podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento (MAGALHAES *et al.*, 2002).

A semente do milho é classificada botanicamente como cariopse, apresentando três partes: pericarpo, endosperma e embrião. É uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia, de uma semente com peso de aproximadamente 0,3 g irá gerar uma planta com mais de 2 metros de altura, que poderá gerar de 600 a 1000 sementes similares a qual se originou (ALDRICH; LENG; SCOTT, 1965; MANTOVANI, 2010).

Esse cereal pode desenvolver uma planta com altura de cerca de 2 metros, podendo variar de acordo com o híbrido, condições climáticas e da disponibilidade de nutrientes, água e luz solar. Quando a planta apresenta aproximadamente 15 centímetros de altura o caule já está totalmente formado, possuindo todas as folhas, primórdios da inflorescência feminina e os primórdios da inflorescência masculina. O caule além de fornecer suporte a folhas e partes 119 florais é um órgão de reserva e armazenamento de sacarose (BARROS; CALADO, 2014).

O milho é uma planta monóica, possui os órgãos femininos e masculinos na mesma planta em inflorescências diferentes, os femininos em espigas axilares e os masculinos agrupados na panícula, situada no topo do colmo que contém os estames envolvidos nas glumas (BARROS; CALADO, 2014).

O milho é uma das principais commodities do Brasil, onde segundo dados da CONAB (2021) na safra agrícola 2020/2021 foram cultivados 19,80 milhões de hectares com uma produção total de 96,39 milhões de toneladas de grãos. De acordo com Contini *et al.* (2019), o milho foi submetido a uma série de melhorias e evoluções técnicas para ultrapassar a marca de um bilhão de toneladas produzidas em um ano em todo o mundo. Não só a grande quantidade produzida que chama atenção para esse cereal, mas também suas inúmeras finalidades, uma vez que estas podem superar a 3500 aplicações, dentre elas estão: combustíveis, medicamentos, sabonetes, detergentes, cosméticos, pneus, cervejas, fogos de artifícios, além de serem alimentos para os seres humanos e animais (GRANJA, 2018).

### 2.2 Sistema de colheita de grãos

A colheita do milho é feita de maneira direta por uma máquina denominada de colhedora em uma única etapa, que compreende em retirar a espiga da planta através da plataforma de

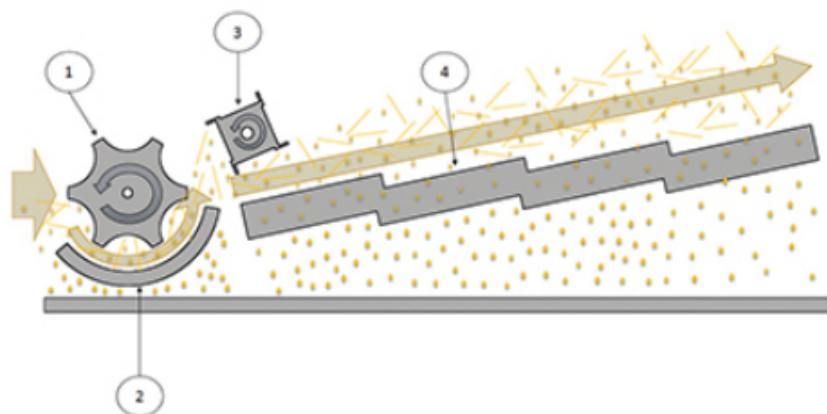
corte, passando posteriormente pelos processos de debulha e limpeza, até o produto chegar ao sistema de armazenamento (SANTOS; DALLMEYER, 2014).

Segundo Mantovani (2015), as colhedoras automotrizes possuem boa eficiência de colheita e, a quantidade de linhas da plataforma é definida a partir do modelo da colhedora e as condições de relevo onde é feita a colheita, com espaçamento variando de 45 até 90 cm. Basicamente, pode se dividir a colheita em cinco processos que são feitos simultaneamente pela máquina, sendo eles: corte e recolhimento das espigas através da plataforma e da esteira recolhedora que leva o produto para a debulha do cereal, que acontece no cilindro e côncavo; separação e limpeza das sementes por sua vez é feita pelo conjunto de peneiras e ventilador; a transferência dos grãos até o graneleiro acontece pelo elevador de grãos; e pôr fim a descarga do produto, que é feita a partir do cano de descarga da colhedora.

No mercado de máquinas nacional podemos encontrar três diferentes sistemas de trilha: sistema tangencial ou radial, sistema do tipo axial e o sistema híbrido, equipados em colhedoras automotrizes, porém também temos as colhedoras acopladas aos tratores, que segundo Mantovani (2015), tem como característica baixa eficiência de colheita, porém com pequena quantidade de perda de grãos desde que a planta de milho não esteja acamada.

Nas colhedoras de sistema tangencial (Figura 1), o corte é feito pela plataforma e levado até o cilindro pela esteira de alimentação, o cilindro de trilha (1) é disposto transversalmente na colhedora e é composto por barras ou por dedos, onde é feita a debulha de forma tangencial ao cilindro e o côncavo (2). Um segundo cilindro (3) diminui a velocidade da cultura e distribui a palha e os grãos de maneira uniforme no saca-palhas (4), que tem a função de separar a palha dos grãos pelo seu movimento aliado a gravidade. Esse sistema em alguns casos pode danificar os grãos da cultura (SANTOS; DALLMEYER, 2014).

**Figura 1 – Sistema de trilha tangencial**

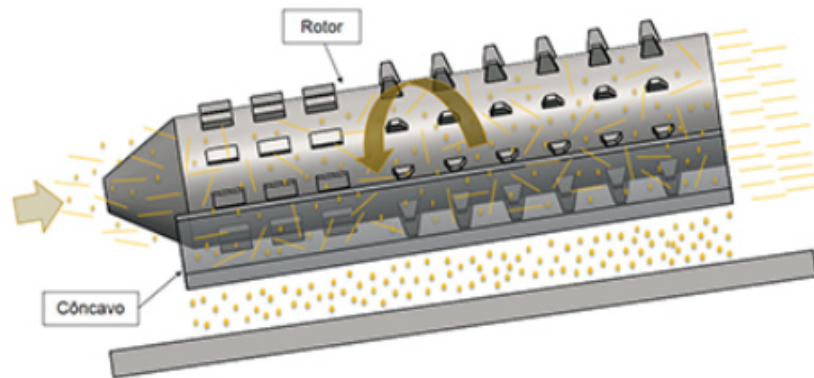


**Fonte: Santos e Dallmeyer (2014).**

No sistema de trilha axial (Figura 2), o recolhimento do produto é basicamente o mesmo do sistema tangencial, a diferença é que nas colhedoras axiais a trilha e separação é feita em

um único mecanismo. Algumas máquinas possuem um pequeno cilindro alimentador após a esteira alimentadora, que serve para alimentar de forma uniforme a entrada da cultura no rotor, que está disposto de maneira longitudinal na máquina. A debulha da cultura acontece logo no início do rotor e, em seguida a palha e os grãos são separados ao longo do rotor e côncavos. Alguns modelos de colhedoras possuem dois rotores menores, porém o sistema de debulha é igual. O sistema de limpeza não difere das máquinas tangenciais (SANTOS; DALLMEYER, 2014).

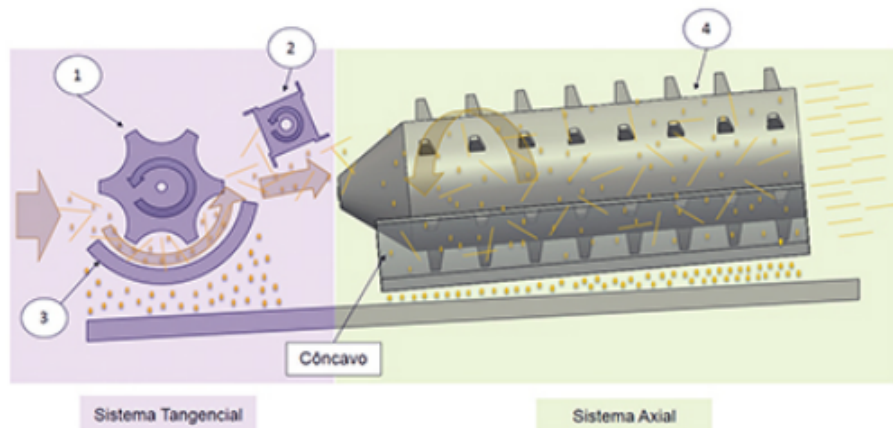
**Figura 2 – Sistema de trilha axial**



**Fonte: Santos e Dallmeyer (2014).**

O sistema híbrido (Figura 3), é um sistema que une características do sistema tangencial e do sistema axial. O recolhimento da cultura não difere dos outros sistemas, porém após a esteira alimentadora o sistema híbrido possui um primeiro cilindro tangencial a máquina, onde é feita a debulha, depois passa para um segundo cilindro que distribui a palha e os grãos no rotor longitudinal mais simples que do sistema axial, que tem a função de separação da palha dos grãos, substituindo o saca-palhas das colhedoras tangenciais (SANTOS; DALLMEYER, 2014).

**Figura 3 – Sistema de trilha híbrido**



**Fonte: Santos e Dallmeyer (2014).**

### 2.3 Perdas na colheita mecanizada de grãos

A regulagem da colhedora está diretamente relacionada com a qualidade dos grãos que chegam no tanque graneleiro após passarem pelos processos de debulha e limpeza dentro da colhedora. Os grãos devem sair limpos, com a menor quantidade possível de danos físicos, que podem ser ocasionados pela regulagem imprópria da máquina, que também pode gerar perdas na colheita (MOLIN, 2018).

Na colheita do milho é importante que após o processo de debulha, o sabugo saia da máquina pelo sistema de distribuição de palha totalmente sem grãos, o ajuste para que isso aconteça, é através da folga de trilha, ou também chamado de côncavo, aliado a rotação do cilindro ou rotor apropriado. Quanto menor a quantidade de pedaços de sabugo e palha junto com a semente, mais eficiente será a limpeza que é feita pelo conjunto de peneiras e ventilador (MANTOVANI, 2010).

Um fator muito importante para reduzir a perda de grãos na colheita, é a velocidade adequada de trabalho, que deve ser entre 4,0 e 6,0 km h<sup>-1</sup>. Está é definida pela produtividade do milho e a capacidade admissível da colhedora (MANTOVANI, 2010).

As perdas na colheita mecanizada podem ser de três tipos, a primeira é na plataforma ou espigadeira, com espigas partidas e debulhadas antes de entrarem na colhedora, a qual pode ter grande efeito sobre a perda total. Perdas de grãos no sistema de trilha, onde os grãos não são totalmente desprendidos do sabugo e acabam indo para fora da máquina, acarretando em perda. Perdas de grãos também podem ocorrer no sistema de limpeza, onde a regulagem irregular da abertura e fechamento das peneiras, ou até mesmo a regulagem da velocidade do ventilador podem ocasionar perdas de grãos que serão lançados para fora da colhedora (MANTOVANI, 2010).

Segundo resultados encontrados por Liberali (2018) , quanto maior a velocidade de colheita maiores foram as perdas de grãos em avaliação de uma colhedora de cilindro tradicional (sistema tangencial). O sistema de trilha da colhedora influencia diretamente na velocidade de colheita que se pode adotar.

Comparando diferentes colhedoras Oliveira *et al.* (2014), observaram que as perdas oriundas da plataforma de corte são muito menores que as perdas causadas por mecanismos internos da máquina.

### 2.4 Fatores que influenciam a perda de grãos na colheita

O momento ideal para a realização da colheita é de fundamental importância, porém algumas vezes pode ser interrompido por fatores climáticos, ou até mesmo operacionais. As colhedoras devem ser dimensionadas para que se tenha uma eficiência de colheita desejada contando com possíveis imprevistos durante o período de realização de colheita da cultura. O milho por se tratar de uma planta de estatura alta, pode sofrer com clima adverso, como rajadas



de vento que poderão causar o acamamento das plantas, aumentando assim as perdas no momento da colheita, pelo fato de uma parte das plantas caídas não serem recolhidas pela colhedora. A colheita do milho deve se iniciar a partir da maturação fisiológica dos grãos, onde aproximadamente 50% dos grãos presentes na espiga manifestam uma mancha preta estreita no ligamento dos grãos na espiga (MANTOVANI, 2010).

A umidade do grão na hora da colheita é um importante fator determinante na porcentagem direta de perda de grãos. Segundo Tabile *et al.* (2008) perdas nos mecanismos internos da colhedora foram maiores em relação às perdas na plataforma, salientando que perdas maiores foram observadas quando a colheita foi efetuada em umidade de grão mais elevada, cerca de 17,5% de umidade.

Não apenas fatores como umidade e regulação são determinantes para as perdas, mas a colhedora utilizada também é responsável por uma colheita com perdas aceitáveis. Ao compararem diferentes colhedoras, (OLIVEIRA *et al.*, 2014) verificaram que a idade da máquina afeta de forma significativa as perdas na colheita, sendo a colhedora mais antiga, a que gerou maiores perdas. Das colhedoras avaliadas, apenas uma era de sistema de rotor axial, que por sua vez apresentou perdas aceitáveis na cultura, porém a colhedora que menos gerou perda foi uma com sistema de debulha tangencial.

A topografia da lavoura também é um fator determinante na perda de grãos. Em terrenos planos temos melhor distribuição dos grãos da cultura na peneira da colhedora, que é a área de limpeza dos grãos, com isso se tem uma melhor capacidade de separação, diminuindo as perdas. Em terrenos inclinados acontece o acúmulo de grãos em uma região da peneira da máquina (na lateral da peneira) dificultando a separação e, com isso alguns grãos acabam saindo junto com sabugo e palha para fora da máquina, gerando perda de grãos (MOLIN, 2018).

Alberti (2017) identificou perdas significativamente altas ocasionadas por mecanismos internos da colhedora em terrenos não planos. O autor relata algumas medidas podem reduzir as perdas, como diminuição da velocidade da colheita, ocasionando um menor acúmulo de material para separação na peneira, deixando assim de sobrecarregar a peneira da colhedora.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas na safra 2021/2022 em 11 propriedades agrícolas que possuem ao menos uma colhedora automotriz de grãos e que estavam localizadas na região Sudoeste do Paraná, no de Verê. Todas as avaliações foram feitas com a presença do operador da máquina, a fim de evitar qualquer contato operacional com a máquina.

#### 3.1 Procedimento de inspeção

O procedimento de inspeção de perdas na operação de colheita mecanizada de grãos de milho foi realizado utilizando-se a metodologia proposta por Mesquita *et al.* (1998). Na ocasião fez-se uma entrevista adquirindo dados do proprietário, do operador, da máquina e da propriedade. Os dados obtidos durante as entrevistas foram tabulados e armazenados em um banco de dados.

#### 3.2 Parâmetros avaliados

Foram divididos em três categorias: parâmetros da máquina; da lavoura e do operador.

##### 3.2.1 Parâmetros avaliados referentes à máquina

###### 3.2.1.1 Idade, marca e modelo da máquina

Visualmente foi identificado à marca e modelo e através do testemunho do proprietário, o ano de fabricação da máquina.

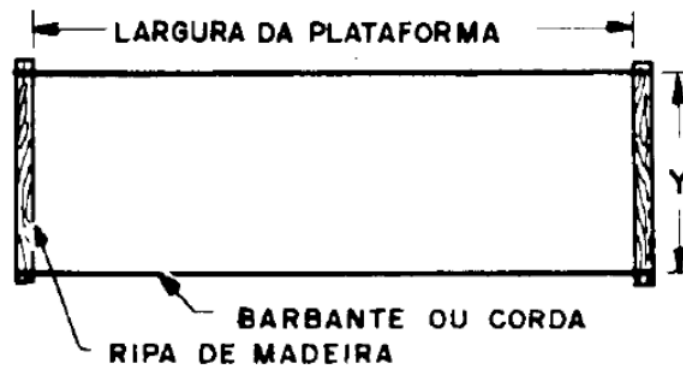
###### 3.2.1.2 Sistema de trilha

Identificação realizada observando-se visualmente na máquina o tipo de sistema de trilha (axial, radial ou híbrida).

##### 3.2.2 Parâmetros avaliados referentes à lavoura

Para avaliar as perdas na colheita foi utilizado uma armação com área de 2 m<sup>2</sup>, feita com as seguintes medidas: largura da plataforma de corte "Largura X" e outra medida "comprimento Y", segundo metodologia proposta de Mesquita *et al.* (1998), conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Modelo de armação em madeira que foi utilizada nas avaliações de perdas na colheita mecanizada de grãos de milho

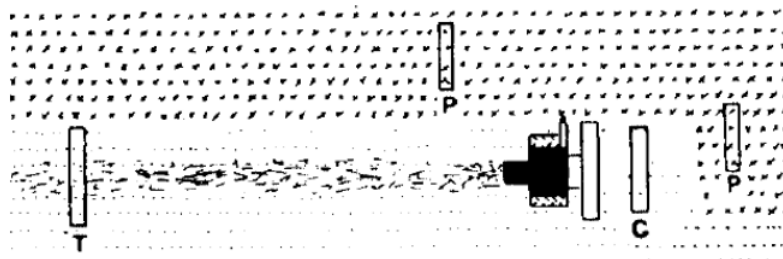


Fonte: Mesquita *et al.* (1998).

### 3.2.2.1 Quantificação das perdas naturais

Foi avaliada antes da entrada da colhedora na área (Figura 5, posição P), sendo realizado três repetições por avaliação.

Figura 5 – Avaliação de perda natural (P), na plataforma de corte (C) e sistema de trilha (T)



Fonte: Mesquita *et al.* (1998).

### 3.2.2.2 Quantificação das perdas mecânicas

Para a avaliação de perda nos mecanismos de corte, fez-se necessário parar a colhedora, recuá-la mais ou menos quatro metros e colocar a armação na área de recuo, onde passou somente plataforma de corte da colhedora (Figura 5, posição C). Já a avaliação de perdas no sistema de trilha foi feita após a operação de colheita da máquina (Figura 5, posição T).

### 3.2.2.3 Umidade dos grãos na colheita

Foi obtido através da informação do proprietário da lavoura junto às empresas e cooperativas recebedora da produção.

### 3.2.3 Parâmetros avaliados referentes ao operador

#### 3.2.3.1 Idade e tempo de profissão

Durante a entrevista foi perguntado ao operador, a idade e o tempo de experiência com operação de colheita.

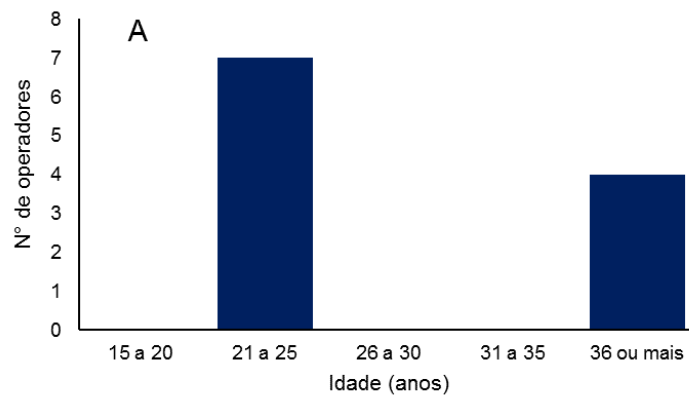
### **3.3 Análise dos dados**

Os dados foram submetidos a uma análise exploratória, através de uma estatística descritiva e os resultados dispostos na forma de gráficos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

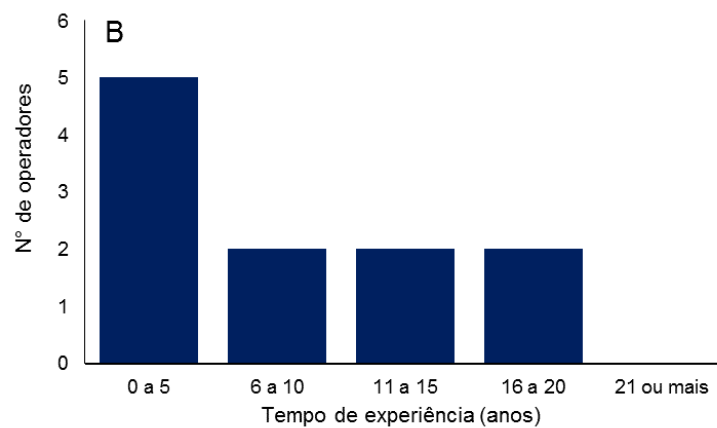
É possível observar que a faixa etária dos operadores variou entre 23 e 38 anos, onde constatou-se que sete (63,63%) destes apresentavam idade inferior a 25 anos, enquanto que os outros 4 (36,37%) possuíam idade superior a 36 anos. De acordo com Faccin (2022), operadores que possuem maior idade tendem a ter maior experiência e responsabilidade na execução das suas tarefas, o que representa um aspecto muito positivo para redução de perdas de colheita mecanizada.

**Figura 6 – Faixa de idade dos operadores de colhedora**



Fonte: Autoria própria (2022).

**Figura 7 – Tempo de experiência dos operadores de colhedora**



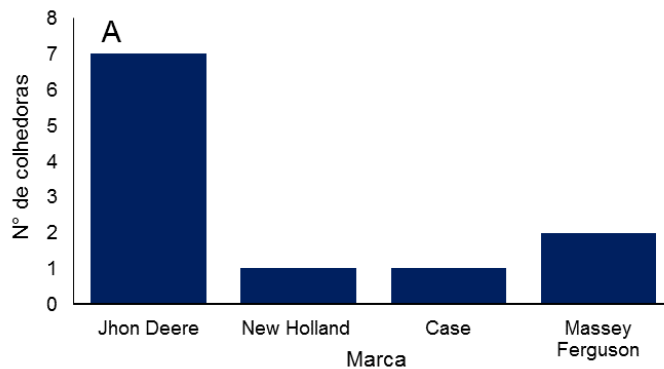
Fonte: Autoria própria (2022).

Por outro lado, operadores mais jovens tendem a procurar maior qualificação e especialização, o que de acordo com Schanoski, Righi e Werner (2011), é um dos principais aspectos capazes de evitar perdas de colheita, o que foi comprovado em estudo realizado por estes autores no município de Maripá – PR, onde os mesmos concluíram que, a falta de capacitação dos operadores acarretou falhas na manutenção e/ou regulagem das colhedoras, elevando as perdas de grãos na colheita.

No que se refere ao tempo de experiência dos operadores (Figura 7), nota-se que 45,45% possuíam no máximo 5 anos de experiência, o que pode representar um ponto negativo quando se trata da redução de perdas de colheita. Por outro lado, o restante dos operadores possui mais de 6 anos de atividade, o que pode ser indicativo positivo de redução de perdas, uma vez que estes operadores conseguem identificar com mais facilidade problemas que podem afetar o desempenho da colheita.

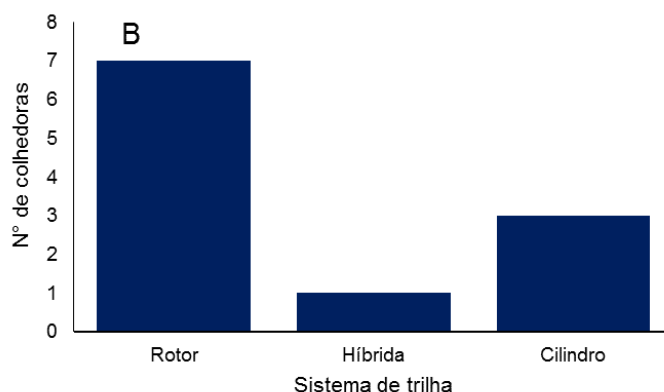
De acordo com a Figura 8, 63,63% (7 unidades) das colhedoras avaliadas pertencem a marca John Deere®. Constataram-se ainda uma unidade da marca New Holland®, uma unidade da marca Case® e uma unidade da marca Massey Ferguson®. A escolha dessas marcas pelos agricultores pode ser explicada por três fatores principais: proximidade de assistência técnica conveniada, facilidade de aquisição de peças de reposição e tradição.

**Figura 8 – Marca das colhedoras avaliadas**



Fonte: Autoria própria (2022).

**Figura 9 – Sistema de trilha as colhedoras avaliadas**



Fonte: Autoria própria (2022).

No que se trata do sistema de trilha, sete das colhedoras possuem sistema do modelo Rotor (axial), sendo que seis destas são modelos da marca John Deere®. Resultado similar a este foi obtido por Faccin (2022) que constatou que 90% das colhedoras de grãos utilizadas para colheita mecanizada de soja na região Sudoeste do Paraná são compostas por este tipo

de sistema de trilha. Ambos os resultados estão em consonância com o apresentado por Mota e Spagnolo (2019) que afirmam que as máquinas equipadas com sistema de trilha convencional estão perdendo espaço para aquelas equipadas com sistemas axiais e híbridos.

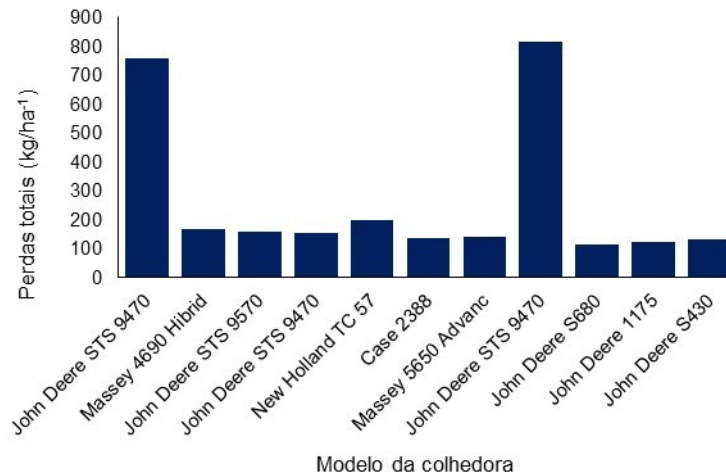
De acordo com Santos e Dallmeyer (2014), em colhedoras com sistema axial, o fluxo de grãos segue ao longo do cilindro de trilha (rotor) que é disposto longitudinalmente ao corpo da máquina. A trilha é realizada logo no primeiro terço do rotor, enquanto que a separação acontece entre o rotor e o cilindro separador, no mesmo corpo do sistema de trilha. O sistema de limpeza é o convencional, onde o fluxo de ar gerado pelo ventilador é insuflado ao longo das peneiras expulsando o palhiço para fora da máquina. Já no sistema convencional, as colhedoras são equipadas com um conjunto cilindro e côncavo na orientação perpendicular ao corpo da máquina. O material recolhido na plataforma de corte é transportado pelo canal alimentador até o cilindro de trilha, que pode ser constituído por barras ou hastes, onde o produto passa tangenciando de forma abrupta entre o cilindro (giratório) e o côncavo (fixo) onde é realizada a debulha. Posteriormente, o cilindro batedor realiza a distribuição dos grãos e da palha de forma homogênea sobre o saca-palhas. A separação é realizada pela ação da gravidade e dos movimentos alternados do saca-palhas, onde observa-se que repetidamente os grãos sofrem impactos enquanto são separados do restante da palhada, podendo causar danos mecânicos ao produto.

Assim, estas diferenças segundo Camolese, Baio e Alves (2015) e Camolese, Baio e Alves (2015) são responsáveis por fazer com que as colhedoras com fluxo axial possuam maior eficiência em relação a perdas e danos nos grãos, permitindo ainda maior alimentação para um mesmo porte de máquina, se comparado as colhedoras com sistema radial.

Na Figura 10, é possível notar que as duas colhedoras do modelo John Deere STS 9470<sup>®</sup> apresentaram os maiores valores de perdas de grãos totais por hectare (757,15 e 817,00 kg ha<sup>-1</sup>). No entanto, esses valores estão diretamente associados ao montante de perdas naturais (588,50 e 665,50 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente, ou seja, são as perdas ocorridas antes do processo de colheita. Ressalta-se ainda que apenas essas duas propriedades apresentaram perdas naturais, influenciando negativamente no desempenho das máquinas, por não conseguirem recolher o material que estava caído no solo. Se desconsiderarmos as perdas naturais, essas duas máquinas apresentam perdas em torno de 170,00 kg ha<sup>-1</sup>, similar ao obtido com as demais colhedoras.

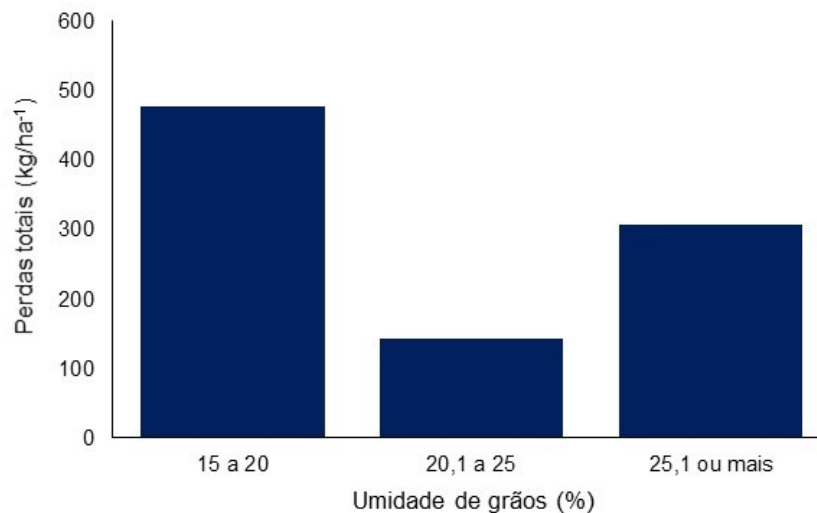
No que se refere a umidade dos grãos, pode-se observar que as maiores perdas totais de grãos na colheita (477,50 kg ha<sup>-1</sup> e 307,12 kg ha<sup>-1</sup>) foram oriundas de áreas colhidas com grãos apresentando umidade entre 15,00 a 20,00% ou acima de 25,10%. Por outro lado, as menores perdas médias foram observadas em lavouras colhidas com umidade variando entre 20,10 a 25,00%. Estes resultados estão de acordo com o apontado por Souza *et al.* (2001) que asseguraram que o aumento no teor de água dos grãos diminui a eficiência de trilha e da separação mecânica. Por outro lado Puzzi (1986), relata que a diminuição do teor de água dos grãos no momento da colheita, provoca aumento significativo de perdas.

**Figura 10 – Relação entre as perdas totais de colheita ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e os modelos de colhedoras avaliados**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

**Figura 11 – Relação entre as perdas totais de colheita ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e a umidade dos grãos durante a colheita**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Em relação ao ano de fabricação (Figura 12), verifica-se que 45% das colhedoras foram fabricadas entre 2011 e 2015, 27,27% após 2015, 18,18% entre 2005 e 2010 e 9,09% antes de 2005. De modo geral, sabe-se que colhedoras mais novas apresentam sistemas mais modernos, a exemplo do sistema de trilha que em sua maioria é do tipo axial. De acordo com Camolese, Baio e Alves (2015), Cassia *et al.* (2015), colhedoras com fluxo axial possuem maior eficiência em termos de redução de perdas e danos aos grãos, o que corrobora com a ideia proposta por Silva (2004) de que máquinas com idade entre zero e cinco anos apresentaram menores valores de perdas para a cultura do milho, quando comparadas àquelas com mais de seis anos de idade.



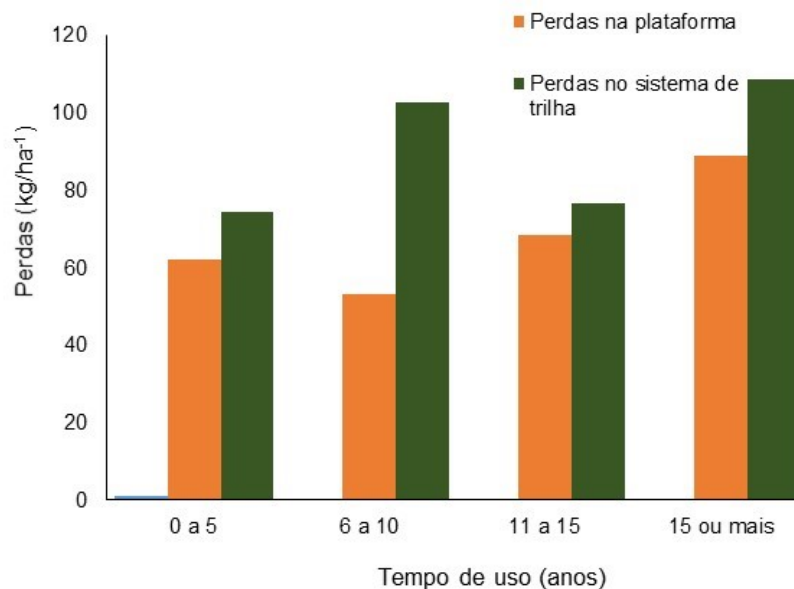
Entretanto, apesar da idade das máquinas ser um dos fatores preponderantes para a ocorrência de perdas na colheita, sabe-se que regulagens, manutenção e cuidados com a operação são mais eficientes para evitar perdas do que o ano de fabricação do maquinário (MESQUITA *et al.*, 2001).

**Figura 12 – Ano de fabricação das colhedoras avaliadas**



Fonte: Autoria própria (2022).

**Figura 13 – Relação entre a idade das colhedoras (anos) e o tipo de perdas de grãos de milho durante a colheita ( $\text{kg ha}^{-1}$ )**



Fonte: Autoria própria (2022).

Na Figura 13, observa-se que existe relação entre o tempo de uso das colhedoras e o tipo de perda de grãos ocorridas durante a colheita mecanizada de milho. Em relação as perdas na plataforma, constatou-se que os valores foram relativamente similares entre as idades das colhedoras, os quais variaram de  $53,25 \text{ kg ha}^{-1}$ , para máquinas com 6 a 10 anos de idade, e de

89,00 kg ha<sup>-1</sup>, para máquinas com 15 anos ou mais de uso. Em relação as perdas no sistema de trilha, os menores valores foram obtidos para as colhedoras com idade entre 0 e 5 anos resultaram em menores perdas (74,33 kg ha<sup>-1</sup>) e com 11 a 15 anos (76,70 kg ha<sup>-1</sup>). Por outro lado, máquinas com mais 15 anos de uso apresentaram em média 34,17 kg ha<sup>-1</sup> a mais de perdas em relação as máquinas mais novas (menos que 5 anos de uso).

Tais resultados permitem inferir que o tempo de uso de colhedoras não é fator preponderante para a perda de eficiência da plataforma de corte. Por outro lado, o avanço da idade das máquinas é um indicativo do aumento das perdas no momento da trilha.

## 5 CONCLUSÕES

A maior parte dos operadores da região de Verê, sudoeste do Paraná possui idade entre 21 a 25 anos, com experiência na atividade de 0 a 5 anos.

Os maiores índices de perdas de colheita na cultura do milho ocorreram de maneira natural, devido problemas de acamamento da cultura.

A maior parte das colhedoras do município de Verê, região sudoeste do Paraná pertence a marca John Deere® e com sistema de trilha axial.

A idade das colhedoras não influencia a quantidade de perdas de colheita na plataforma.

Quanto maior o tempo de uso de uma colhedora, maiores são as perdas no sistema de trilha.

## REFERÊNCIAS

ALBERTI, A. J. **Avaliação e mapeamento das perdas de grãos de milho durante colheitas mecanizadas em diferentes declividades**. 2017. Tese (Doutorado) — Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2017. Acesso em: 15 out. 2022.

ALDRICH, S. R.; LENG, E. R.; SCOTT, W. O. **Modern corn production**. [S.l.]: F W Publishing Corporation, 1965. Acesso em: 15 out. 2022.

BARROS, J. F.; CALADO, J. G. A cultura do milho. 2014. Acesso em: 15 out. 2022.

CAMOLESE, H.; BAILO, F.; ALVES, C. Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 1, p. 21–29, 2015.

CASSIA, M. T. *et al.* Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 19, p. 1209–1214, 2015. Acesso em: 15 out. 2022.

CONAB. Milho junho/julho de 2019. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-milho>. Acesso em: 15 out. 2022.

CONAB, C. N. d. A. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. v. 8, n. 8, 2021. ISSN 2318-6852. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 out. 2022.

CONTINI, E. *et al.* Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa.(Desafios do Agronegócio Brasileiro)**, p. 45, 2019. Acesso em: 15 out. 2022.

CURY, A. **Treinando a emoção para ser feliz : nunca a auto-estima foi tão cultivada no solo da vida!** 2. ed. São Paulo: Editora Academia de inteligência, 2007. ISBN 978-85-7665-644-9. Disponível em: <https://docplayer.com.br/229758509-Augusto-cury-treinando-a-emocao-para-ser-feliz-nunca-a-auto-estima-foi-tao-cultivada-no-solo.html>. Acesso em: 15 nov. 2022.

FACCIN, M. A. **Perdas na colheita mecanizada de soja na região de Pato Branco-PR**. 2022. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022. Acesso em: 15 out. 2022.

GRANJA, R. A. O cereal muito além da ração. **Revista A Granja**, 2018. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/829/materia/8959>.

LIBERALI, M. A. Perdas na colheita mecanizada do milho. Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018. Acesso em: 15 out. 2022.

MAGALHAES, P. C. *et al.* Fisiologia do milho. **Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica**, Embrapa Milho e Sorgo, 2002. Acesso em: 15 out. 2022.

MANTOVANI, E. C. Cultivo do milho. colheita e pós-colheita. **EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2010.

MANTOVANI, E. C. Componentes do sistema de colheita devem atuar em perfeita sintonia. *Visão Agrícola*, Piracicaba, n. 13, p. 120–122, 2015. Acesso em: 15 out. 2022.

MESQUITA, C. d. M. *et al.* Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. **Engenharia Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 197–205, 2001.

MESQUITA, C. d. M. *et al.* Manual do produtor: como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, EMBRAPA-CNPSo, Londrina, 1998. Acesso em: 15 out. 2022.

MOLIN, P. J. Colhedoras de grãos. 2018. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4453313/mod\\_resource/content/1/Colhedoras%20de%20gr%C3%A3os.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4453313/mod_resource/content/1/Colhedoras%20de%20gr%C3%A3os.pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

MOTA, L. P.; SPAGNOLO, R. T. Comparativo entre colhedoras de grãos equipadas com sistemas de trilha tangencial, axial e híbrido. **XXVIII Congresso de Iniciação Científica - UFPel**, 2019. Acesso em: 15 out. 2022.

OLIVEIRA, T. *et al.* Perdas quantitativas na colheita mecanizada de milho safrinha na região norte de Mato Grosso. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 02, 2014. Acesso em: 15 out. 2022.

PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos (*Glycine max* (L.) merrill). **Energia na Agricultura**, v. 14, n. 1, p. 52–68, 1999. Acesso em: 23 nov. 2022.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=NKn7XwAACAAJ>. Acesso em: 15 out. 2022.

SANTOS, C. G. d.; DALLMEYER, A. Colhedoras: diferentes sistemas de trilha e separação. 2014. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/792/materia/6527>. Acesso em: 15 out. 2022.

SCHANOSKI, R.; RIGHI, E. Z.; WERNER, V. Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá-PR. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 15, p. 1206–1211, 2011. Acesso em: 15 out. 2022.

SILVA, F. d. Colheita mecanizada e seletiva do café: cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade. **Lavras: Ufla/Faepe**, v. 75, 2004. Acesso em: 15 out. 2022.

SOUZA, C. *et al.* Avaliação de perdas em uma colhedora de fluxo axial para feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 5, p. 530–537, 2001. Acesso em: 15 out. 2022.

TABILE, R. A. *et al.* Perdas na colheita de milho em função da rotação do cilindro trilhador e umidade dos grãos. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 505–510, 2008. Acesso em: 15 out. 2022.