

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ

BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ESTUDO DOS SISTEMAS TANGENCIAL E AXIAL DE COLHEDORAS

KAIO HENRIQUE PEREIRA GUIMARÃES

URUTAÍ – GO

Janeiro de 2025

KAIO HENRIQUE PEREIRA GUIMARÃES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador (a): Ma. Maria Rosa Alferes da Silva

URUTAÍ – GO

Janeiro de 2025

FICHA CATOLOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi

G963e Guimaraes, Kaio Henrique Pereira
ESTUDO DOS SISTEMAS TANGENCIAL E AXIAL DE COLHEDORAS / Kaio Henrique Pereira Guimaraes. Urutai 2025.
24f. il.
Orientadora: Prof^a. Ma. Maria Rosa Alferes da Silva.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0120064 - Bacharelado em Engenharia Agrícola - Urutaí (Campus Urutaí).
1. Colhedora de grãos. 2. Sistema de separação. 3. Perdas. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRITÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 KALO HENRIQUE PEREIRA GUIMARÃES
Data: 12/02/2025 16:58:58-9300
verifique em <https://validar.ifgoiano.edu.br>

Local

/ /
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 MARIA ROSA ALFERES DA SILVA
Data: 12/02/2025 13:06:12-9300
verifique em <https://validar.ifgoiano.edu.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 13/2025 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

ESTUDO DOS SISTEMAS TANGENCIAL E AXIAL DE COLHEDORAS

KAIO HENRIQUE PEREIRA GUIMARÃES

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano 3 Câmpus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Defendido e aprovado pela Comissão Examinadora em: 27 / 01 / 2025.

Prof.(a) Ma. Maria Rosa Alferes da Silva

Orientador (a)

Prof.(a) Dr^a. Raiane Ferreira de Miranda

Examinador (a)

Prof. Me. Beethoven Gabriel Xavier Alves

Examinador

Documento assinado eletronicamente por:

- **Maria Rosa Alferes da Silva**, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO , em 27/01/2025 13:54:18.
- **Beethoven Gabriel Xavier Alves**, 025.427.925-26 - Usuário Externo, em 27/01/2025 14:01:43.
- **Raiane Ferreira de Miranda**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/01/2025 04:05:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/12/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 662283

Código de Autenticação: 9ecac8ac53



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutai

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por tudo, mas principalmente pela força e saúde nessa jornada.

A minha família, minha mãe, meu pai e meus irmãos. Por estarem sempre junto comigo, principalmente nas muitas dificuldades e problemas encontrados durante o caminho.

A todos colegas e amigos que fiz durante meu período dentro da instituição e curso. E a minha orientadora Maria Rosa Alferes da Silva, que tornou possível a realização desse trabalho.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, seu corpo docente, direção, administração, colegas e as pessoas que convivi nesse espaço durante minha formação acadêmica.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram e fizeram parte da minha formação, muito obrigado!

RESUMO

A agricultura é um dos setores produtivos que mais crescem dentro do cenário brasileiro. Como destaque, pode ser citado a produção de grãos, principalmente com o cultivo de soja e milho. Em campo, o último processamento é a colheita, que quando mecanizada é realizada por colhedoras, que possuem todo um sistema para tal atividade com alta nível tecnológico, variando entre marcas e modelos. É visível que ao longo do tempo vários estudos foram realizados para mostrar a eficiência de tais sistemas, além da necessidade de possíveis melhorias. Com isso em mente, o presente trabalho tem como objetivo apresentar estudos e suas contribuições através de uma revisão de literatura.

Palavras-chave: Colhedora de Grãos; Sistema de Separação; Perdas.

ABSTRACT

Agriculture is one of the fastest-growing productive sectors within the Brazilian scenario. As a highlight, the production of grains can be mentioned, mainly with the cultivation of soybeans and corn. In the field, the final processing is harvesting, which when mechanized is carried out by harvesters, which have a whole system for such activity with high technological level, varying between brands and models. It is evident that over time several studies have been conducted to show the efficiency of such systems, as well as the need for possible improvements. With this in mind, the present work aims to present studies and their contributions through a literature review.

Key-words: Grain Harvester; Separation System; Losses.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. Colhedoras de Grãos Automotrizes.....	9
2.2. Funcionamento de uma colhedora de grãos autopropelida.....	10
2.3. Trilha axial x Trilha Tangencial.....	16
3. CONCLUSÕES.....	21
4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1.INTRODUÇÃO

Os sistemas de separação de grãos das colhedoras automotrizes atualmente possibilitam uma colheita eficiente, minimizando o máximo possível as perdas e danos aos grãos e sementes (Grupo Cultivar, 2022). Sendo, sempre necessário manter as máquinas revisadas e com a manutenção em dia, para evitar problemas maiores. Para isso, diversos fatores devem ser analisados durante a colheita, como o tipo de mecanismo separador de grãos, umidade dos grãos, a calibragem e regulagem da máquina, entre outros, segundo Magazine (2020).

Os sistemas de separação de grãos de colhedoras de grãos radial e axial são dois tipos de sistemas de trilha que se diferenciam na forma como o material vegetal passa entre o rotor e o cilindro separador. Sendo o radial o mais antigo a ser criado, e o axial tendo sido desenvolvido mais atualmente, segundo Mantoni (2020).

Dentro da agricultura brasileira, a produção de grãos se destaca no cenário nacional, tendo um crescimento gradual ano após ano. Os produtores brasileiros deverão colher 312,3 milhões de toneladas de grãos na safra 2023/24, volume 2,4% inferior ao obtido na temporada passada (Conab, 2024). Assim, é visível a necessidade de investimento tecnológico dentro da área, sendo que a colheita é um dos momentos mais cruciais deste setor produtivo, segundo Yara (2024). Ela é realizada por máquinas denominadas colhedoras, que contam com sistemas tecnológicos que permitem a retirada dos grãos das plantas e o encaminhamento até para o transporte.

Para a soja é perceptível que o dano mecânico é apontado como um dos mais sérios problemas da produção de sementes, sendo consequência da mecanização das atividades agrícolas. Na máquina colhedora, o dano mecânico pode ocorrer no momento da debulha, processo de separação das sementes da vagem e da palha, através de forças consideráveis que são aplicadas sobre a semente. O dano ocorre em consequência dos impactos recebidos pela semente pelo cilindro debulhador. Durante a debulha, a semente se comporta como um corpo estático contra um corpo metálico em movimento, barras do cilindro debulhador (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Por isso, é de fundamental importância o estudo de tais mecanismos, de forma a mostrar a sua importância e a buscar cada vez mais melhorias capazes de levar ao aprimoramento constante de colhedoras. Além disso, é preciso demonstrar funcionalidade e a evolução que tais máquinas tiveram ao longo do tempo. Com isso em mente o seguinte trabalho tem como objetivo mostrar qual é a melhor situação de trabalho para os sistemas de separações de grãos radial e axial, e se existe casos em que um possui desempenho superior ao outro, principalmente em relação ao objetivo da colheita (grãos x semente). Sendo que os materiais pesquisados foram através do google acadêmico, tendo sido postados no máximo a 15 anos atrás, como principais assuntos e palavras chaves os sistemas de separação de grãos radiais e axiais, comparando os resultados entre tais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Colhedoras de Grãos Automotrizes

As colhedoras são máquinas agrícolas desenvolvidas com o propósito de aumentar a capacidade de trabalho humano, utilizando como uma ferramenta que pode ser considerada uma extensão do corpo dos trabalhadores. A primeira colhedora de grãos foi construída em Michigan, EUA, em 1836 por Moore e Hascaii. Porém, não se teve êxito em seu início, tendo sido muito utilizada somente quase 20 anos depois, em 1854, no estado da Califórnia. E foi neste mesmo estado americano que a produção de colhedoras em escala comercial teve início, em 1880 (FILHO e SANTOS, 2001).

Desde então, grandes empresas como a Case (atual CNH Industrial), John Deere, Valtra, entre outras, tem proporcionado constantes melhorias e novidades para auxiliar nessa operação tão fundamental para a agricultura mundial.

Um grande exemplo da importância dessa evolução é quanto a comparação a colheita manual do milho com a mecanizada. Uma pessoa colhe manualmente cerca de 5 a 7 sacas por dia, considerando a saca igual a 60 kg de milho debulhado por jornada de trabalho, considerando 8 horas de tal, segundo Santos (2013) a avaliar trabalhos mais antigos, sendo essa prática pouco comum atualmente. Já na colheita mecanizada, a média de uma colhedora, de uma única linha, é de 50 a 70 sacas por hora segundo Combine máquinas agrícolas, (2017).

Dessa forma, a colheita mecanizada de grãos pode ser separada em cinco etapas, sendo que elas consistem em: corte; alimentação; trilha; separação; limpeza; e armazenamento (Figura 1). Em cada fase existe inúmeros mecanismos para realizar

diferentes atividades e garantir uma colheita eficiente, tendo um grão ou semente de qualidade no final do processo.

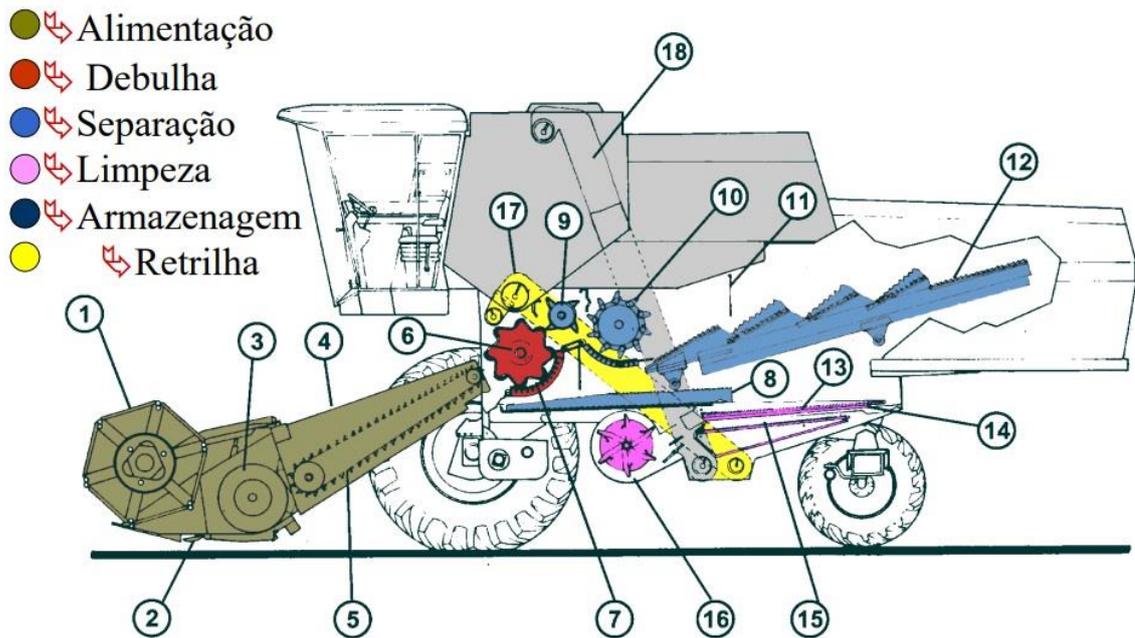


Figura 1: Etapas de uma colhedora de grãos. Fonte: Doc Player (2024).

2.2. Funcionamento de uma colhedora de grãos autopropelida

A colheita mecanizada é o termo utilizado para o recolhimento das plantas da lavoura, onde é cortada, trilhada e o grão separado do restante dos materiais de maneira automatizada e a colhedora realiza todas as etapas da colheita (SILVA, 2021).

A colheita mecanizada de grãos se inicia na fase de corte. Nela, Lima (2008) diz que, independentemente da colhedora, o material cortado precisa ser levado até o mecanismo de trilha através da composição das plataformas de corte (Figura 2). Eles se diferenciam conforme o material a ser colhido, no geral os principais elementos são os separadores ou divisores laterais, molinete, barra de corte e condutor transversal e canal alimentador.

Os divisores laterais, são dispostos na parte lateral da plataforma e são essenciais na composição, principalmente em culturas acamadas, entrelaçadas ou com excesso de plantas invasoras, pois eles são responsáveis pela separação da faixa de corte, evitando perdas nesta operação, conforme Manteufel (2012).

O molinete, segundo Manteufel (2012), é movido através de um eixo central da plataforma de corte com a função de direcionar as plantas para serem cortadas na barra de corte, de forma que elas sejam levadas de maneira imediata para o transportador

helicoidal. Para isso, o molinete é constituído por três ou quatro flanges verticais, fixadas normalmente, seis barras horizontais com dentes de metal ou plásticos. Os dentes são mantidos na posição necessária pois as barras horizontais possuem uma manivela em cada extremidade, o que permite a fixação do rotor seguidor e que todas as barras girem simultaneamente e de forma sincronizada.

Quanto a barra de corte, o autor supracitado, diz que os componentes são: barra guia; dedos duplos; grampos; navalha; placa de apoio; e placa de desgaste. Os dedos duplos tem a função de separar e guiar os caules que serão direcionados para as facas, onde ocorre o corte de tal, de forma que são peças de ferro fundido maleável e com pontas na extremidade frontal para realizar sua função.

A barra da navalha opera em um canal composto pelas placas de desgaste e pela placa horizontal de suporte, localizada abaixo das facas. Já as facas possuem formatos triangulares equiláteros com cantos traseiros retangulares para formar um apoio consistente entre as facas lado a lado. Para manter essas facas nas devidas posições, tem-se os grampos para auxiliar na fixação e impedir que elas pulem para fora das suas ranhuras e, para isso, os grampos são dobráveis e comumente fletidos para baixo para que desempenhem a sua função mesmo que ocorra algum tipo de desgaste (Marmentini, 2021).

Por fim, o condutor transversal tem a responsabilidade em transportar o material cortado para o canal alimentador da máquina, sendo constituído por um cilindro que se alastra por toda a largura da barra de corte. Ele é separado em três partes: duas laterais dispostas de flanges helicoidais que conduzem o material para o centro do transportador helicoidal e a secção central, que através de dedos cilíndricos retráteis controla a quantidade do material que será conduzido ao canal alimentador da máquina (SILVA, 2015).



Figura 2: Plataforma de soja para colhedora de grãos. Fonte: Deere Company (2024).

Especificamente para as colhedoras de grãos, o mecanismo de alimentação é composto por uma esteira transportadora formada de correntes longitudinais, com barras transversais, que raspam o material sobre o fundo trapezoidal, elevando-o e colocando-o no mecanismo de trilha (Lima, 2008) (Figura 3), ou através de um sistema de caracol, composto por um rolo de rosca sem fim. Sendo que, o canal de alimentação e a plataforma de corte são interligados fisicamente através de um sistema de engate rápido.



Figura 3: Sistema de alimentação de uma colhedora de grãos. Fonte: Mantoni (2020).

Na etapa de trilha, é preciso realizar a remoção de cerca de 90% dos grãos do material que os envolve. E por conta disso é visto como “coração da máquina”, ou seja, pode-se dizer que todo funcionamento de uma colhedora é dependente diretamente do sistema de trilha, pois caso essa etapa seja comprometida, todas as outras funções também são afetadas (SILVA, 2015). Segundo Lima (2008), os mecanismos de trilha existentes nas colhedoras de grãos são constituídos basicamente por um cilindro e um côncavo, podendo ser cilindros radiais de dentes, cilindro de barras ou cilindros axiais. Esta classificação é determinada pelo sentido do fluxo em que o material colhido obedece no interior da colhedora.

O sistema de trilha de fluxo transversal de forma radial é formado por um cilindro de movimento de giro (Figura 4) e por um côncavo perfurado que o envolve, parcialmente. E, segundo Silva (2015), é a partir desse sistema que ocorre praticamente todo o trilhamento do material que foi colhido. O mecanismo não faz a separação desse material, realizando nesse momento a debulha do material trilhado, e juntamente com outros dois cilindros, encaminha-lo para o saca-palhas (Molin, 2020).

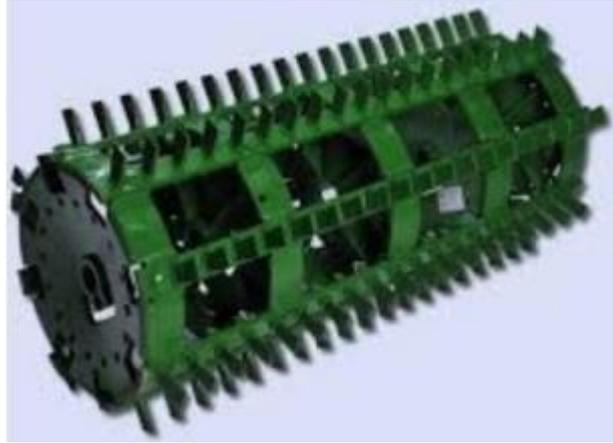


Figura 4: Cilindro de trilha de uma colhedora de grãos. Fonte: (Mantoni, 2020)

Normalmente o cilindro de trilha tem um diâmetro entre quatrocentos a seiscentos milímetros, variando conforme o fabricante da modelo. E a largura do conjunto cilindro-côncavo possui variação entre seiscentos e mil e trezentos milímetros, dependendo o tamanho da colhedora, pois possui uma ligação direta entre essa largura e a capacidade operacional da máquina. O que é colhido, flui de forma perpendicular ao eixo desse cilindro e sofre trilha por atrito e por impacto, devido a ação do cilindro de barras e pela ação de do cilindro de dentes, de maneira respectiva (Silva, 2015).

O sistema de trilha de fluxo longitudinal, onde o cilindro recebe o material a ser trilhado pela parte frontal e não de forma radial. O cilindro, nesse caso também chamado de rotor, é feito por dentes ou barras de raspagem em disposição helicoidal e aletas de transporte, fazendo com o que foi colhido passa a fluir em paralelo ao eixo do cilindro de trilha (SILVA, 2015).

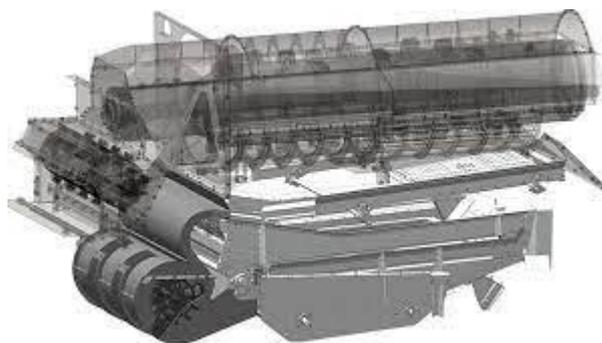


Figura 5: Rotor de uma colhedora de grãos. Fonte: Grupo Cultivar (2023).

Segundo a Dallmeyer (2014), o côncavo fica disposto logo abaixo do rotor, e este fica colocado de forma longitudinal na colhedora. Em alguns momentos, o material é recebido na lateral do rotor, porém ele fica disposto na transversal da máquina. Existem

também máquinas que utilizam dois rotores no sistema de fluxo longitudinal, onde os dois rotores paralelos um ao outro, giram em sentidos opostos.

Ao passar pelo cilindro de trilha, o material que não foi trilhado, resulta numa mistura composta por palha, grãos não debulhados e palha triturada, sendo então levados pela parte posterior do cilindro de trilha transversal até o local de separação. Onde os grãos não trilhados se encontram presos a partes vegetais, com o objetivo de serem separados das mesmas. Este processo é feito em três etapas, sendo na grelha, que é formada pelas barras do côncavo, a grelha sob o cilindro batedor e o saca-palhas, de acordo com Castro e Ferreira (2007).

O sistema de separação é formado predominantemente por saca-palhas e diversos mecanismos defletores, que podem ser tanto hastes quanto lonas, em modelos mais antigos. De acordo com Lima (2008), a constituição do saca-palhas é feita por duas chapas laterais, cortada em formas de dentes de serra, voltados para a parte de trás da colhedora. O fundo de cada secção construída é formado por pequenos retângulos na chapa e suas bordas são recortadas e ocorre a sobreposição. Onde na parte inferior de cada secção, existe uma bandeja coletora que tem como função encaminhar os grãos que atravessam o fundo das secções para uma única bandeja, localizada abaixo e atrás do batedor e cilindros de trilha (FAGENELLO, 2018).



Figura 6: Peneiras. Fonte: Silva (2015).

Já o sistema de limpeza tem como composição um conjunto de peneiras, sendo a superior e inferior e por um ventilador, quem tem como função, separar os grãos das impurezas, através de uma rajada de ar gerada por tal dispositivo. E segundo Lima (2008), após passar pelo mecanismo de separação, os grãos e a palha miúda, são levados para esse sistema. Isto pode acontecer tanto através da gravidade, onde os grãos são direcionados para uma bandeja recolhadora, depois de passarem pelas aberturas dos saca-palhas, ou de forma forçada. Essa bandeja é responsável por encaminhar os materiais para a limpeza e ficam localizadas abaixo das seções do saca-palhas.



Figura 7: Saca-palhas e bandejão. Fonte: Mantoni (2020).

Após todos esses processos, é preciso levar os grãos que foram trilhados, separados e limpos para o tanque graneleiro, onde vão para um vagão ou caminhão para serem transportados até a unidade de beneficiamento e armazenamento de grãos. Segundo Silva (2015), nesse sistema destaca-se, o elevador para grãos limpos, o elevador de carregamento, os transportadores helicoidais da máquina, o tanque graneleiro e o transportador helicoidal de descarga. Como também mencionado acima, os grãos limpos que passam pela peneira inferior, vão para o transportador helicoidal que entrega esses grãos a outro transportador que os leva para o tanque graneleiro, onde outro transportador descarrega os grãos. O tanque graneleiro, é responsável pelo armazenamento temporário dos grãos limpos na colhedora, e estão disponíveis em várias formas e tamanho (PINHEIRO, 2014).



Figura 8: Graneleiro de Grãos. Fonte: Mantoni (2020).

2.3. Trilha axial x Trilha Tangencial

A seguir serão mostrados alguns trabalhos realizando a comparação entre o sistema radial e axial de colhedoras de grãos. Neles serão apresentados os parâmetros avaliados para o processo de colheita, e como cada sistema se saiu.

Tabela 1: Avaliação dos parâmetros de uma colhedora radial x colhedora axial.

Parâmetros	Colheitadeira axial	Colheitadeira radial
Tempo de saída da palha	4 a 5 segundos	10 a 12 segundos
Velocidade cilindro	4 a 10 m/s	5 a 6 m/s
Velocidade vibradores	5 a 11 m/s	0,4 a 1,0 m/s
Velocidade do rotor	10 a 30 m/s	

Fonte: Marquez (2016).

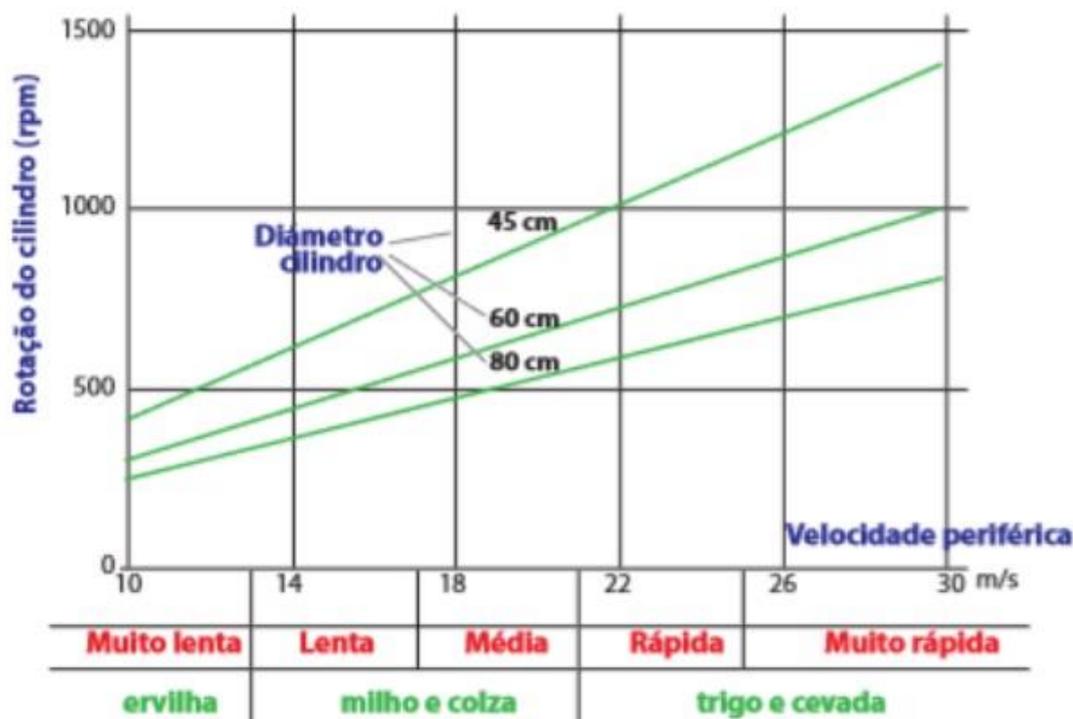


Figura 9: Regime de giro do cilindro debulhador, nas colheitadeiras radiais. Fonte: Marquez (2016).

Observando as Figuras 9 e 10, pode-se perceber que, com a implantação do fluxo axial nas colheitadeiras, consegue-se uma rentabilidade maior do serviço da máquina, com ganhos na operação, na produção e no tempo gasto da colheita. Antes de sair da máquina, a palha passa na parte traseira do rotor que atua como um lança-palha

situado em cima da caixa de peneiras, cuja intensidade de ação é ajustável e que ajuda na expulsão da palha (MARQUEZ, 2016).

Braun (2023), fez um estudo comparando uma colhedora de fluxo de trilha axial e outra de trilha tangencial, sendo uma John deere 1175 hydro turbo de 180 CV ano 2013 com sistema de trilha tangencial, e uma John Deere STS 9470 turbo com 342 CV ano 2013 e sistema de trilha axial.

Neste estudo, dois experimentos, um para a colhedora axial e outro para a tangencial, foram conduzidos em delineamento inteiramente atualizado (DIC) com três tratamentos correspondendo a três velocidades de colheita para as colhedoras tangencial e axial, de 3 km/h, 5 km/h e 7 km/h. cada tratamento possuía quatro repetições totalizando 12 unidades experimentais por experimento. As dimensões das unidades experimentais foram de 50 m de comprimento e a largura foi referente ao tamanho da plataforma da colhedora, sendo de 6,09 m para colhedora tangencial e 6,70 m para colhedora axial.

Após submeter os dados coletados aos testes estatísticos, Braun (2023) observou que ambos os sistemas de trilha das colhedoras podem ser utilizados de forma eficiente na colheita de grãos de soja, desde que se utilize a velocidade de deslocamento ideal para cada sistema. A colhedora tangencial deve ser utilizada em velocidades menores para ter menos danos mecânicos latentes apesar de altas impurezas em qualquer velocidade. A colhedora axial pode ser utilizada com velocidades maiores até 7 km/hora com baixas porcentagem de impurezas e de danos mecânicos latentes.

Em outro estudo de comparação entre colhedoras com estes mesmo sistemas de trilha, Marcondes et.al (2005) analisou os danos mecânicos em sementes de soja. Este estudo foi conduzido no município de Marilândia do Sul, Norte do Paraná, na safra 2002/03, com amostragem em campos de sementes, de produtor registrado junto ao órgão governamental responsável pelo processo de fiscalização, sementes da classe fiscalizada e certificada, das cultivares BRS 184 e BRS 133. As sementes foram amostradas em seis dias consecutivos e, em três horários diários, 10, 14 e 18h.

Foram utilizados dois tipos de colhedoras, sendo uma do tipo cilindro côncavo e a outra, do tipo axial, com as seguintes regulagens: colhedora do tipo cilindro com côncavo - deslocamento a 5,0 km/h, com velocidade periférica do molinete girando em velocidade 5% superior à da colhedora, cilindro trilhador com 750 rpm e côncavo com abertura de 10 mm de entrada e 10 mm de saída; colhedora do tipo axial – deslocamento a 8,0 km/h, com velocidade periférica do molinete girando em velocidade 10% superior

à da colhedora, rotor com 650 rpm, abertura do côncavo 3 a 4 na escala da colhedora e ventilador a 1050 rpm na peneira, para limpeza da semente.

Como resultado, Marcondes et.al (2005) percebeu que há variações no grau de umidade da semente de soja durante o dia, podendo, ao final da tarde (18 horas), apresentar-se inferior ao início da colheita (10 horas), em até três pontos percentuais. Tanto a colhedora de cilindro côncavo como a axial, desde que convenientemente utilizadas na colheita quanto às especificações de regulação, não provocam diferenças na qualidade fisiológica da semente de soja.

Em outro trabalho, conduzido por Mobs (2017), objetivando determinar atributos fisiológicos de semente de soja influenciados por diferentes mecanismos de colheita, com testes em campo e laboratório foi realizado da seguinte maneira. As sementes foram colhidas na agropecuária Santa Maria localizada no interior do município de Pejuçara, situado na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Para colheita, a unidade de produção dispõe de tração mecanizada completa, composta por três colhedoras com sistema de trilha distintos: New Holland TC 59, ano 2003 (sistema radial); New Holland CR9060, ano 2013 (sistema Axial de duplo rotor); Massey Ferguson ATR9790, 2013 (sistema axial). As colhedoras foram reguladas conforme a especificação do fabricante para a cultura da soja, assim como a velocidade de colheita conforme característica peculiar de cada equipamento. A colhedora com sistema axial de duplo rotor operou de maneira constante com 1000 RPM, abertura do batedor 45 mm. Já o sistema axial 600 RPM, abertura do batedor 35 mm e por fim o sistema radial operou em 650 RPM com abertura do batedor de 37 mm.

A coleta das amostras foi do mesmo talhão, a definição de cada colhedora no campo foi determinada de maneira aleatória. A colheita foi efetuada com as colhedoras lado a lado, conforme sorteio aleatório. O percurso estimado de 400 metros, para cada 100 metros percorridos foi coletado uma amostra de 1 Kg de cada colhedora. O total de amostras foi de 12, sendo quatro para cada sistema de trilha. As análises foram efetuadas no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Regional no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, situado no município de Ijuí, RS.

Neste estudo conduzido por Mobs (2017), teve como resultado que nenhum tratamento diferiu significativamente para vigor e germinação. Tanto o sistema radial, axial e axial de duplo rotor quando regulados conforme especificações do fabricante e características peculiar de cada uma para determinada situação de colheita, são mantenedores da qualidade fisiológica e para os níveis de vigor e germinação.

Entretanto, Mobs (2017) observou que, entre os tratamentos para dano mecânico relacionado à viabilidade de embrião, determinando pelo teste de tetrazólio, o sistema axial proporcionou menor dano, já o sistema axial duplo rotor não teve diferença do sistema radial. Estes resultados servem de parâmetro para produtoras que buscam redução na perda e manutenção no rendimento para colheita de semente, independente do sistema de trilha. Os mesmos podem ser utilizados quando o agricultor decide investir em colhedoras para aumentar sua capacidade de colheita, visto que nenhum sistema diferiu quando regulado conforme especificação para colheita de sementes.

Em outro trabalho, de Cunha et.al (2009), foi feito a avaliação do efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. Sendo realizado durante a safra agrícola 2006/2007 na Fazenda Pampa, localizada no município de Presidente Olegário (Estado de Minas Gerais, Brasil) e as análises laboratoriais, no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG.

Foram avaliadas três colhedoras autopropelidas: uma Case 2388 Extreme, com sistema de trilha axial (rotor), ano 2004, com plataforma de 25 pés (7,6 m); uma New Holland TR 98, com duplo rotor axial (“twin rotor”), ano 2001, com plataforma de 25 pés (7,6 m); e uma terceira colhedora New Holland TC 59, de sistema de trilha convencional (trilha tangencial com cilindro e côncavo), ano 2002, com plataforma de 22 pés (6,7 m).

Neste estudo de Cunha et.al (2009), as três colhedoras (cilindro convencional, rotor axial e rotor axial duplo) não provocaram diferenças significativas na germinação e no vigor das sementes de soja avaliadas logo após a colheita. As máquinas de fluxo axial provocaram menor percentagem de injúrias mecânicas. O incremento da velocidade de deslocamento de 6,0 para 7,0 km/h causou aumento da injúria mecânica, bem como redução do vigor das sementes, nas menores rotações do cilindro trilhador. Variações da ordem de 100 rpm na rotação do cilindro ou do rotor de trilha, dentro das faixas recomendadas pelos fabricantes das máquinas, pouco influenciaram a qualidade fisiológica das sementes colhidas.

Algo que também deve ser ressaltado é a qualidade da operação, com isso em mente, CASSIA et al. (2015), realizou um estudo denominado monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja. Este trabalho foi realizado em um campo registrado de produção de sementes localizado no município de Campo Alegre de Goiás, GO.

Por se tratar de uma área de produção de grãos destinados a sementes, a cultura foi conduzida e recebeu os devidos tratamentos culturais visando à máxima qualidade dos grãos produzidos como um todo. Durante as avaliações foram monitoradas, simultaneamente, duas colhedoras combinadas da marca Case IH, modelo Axial-Flow 2388 ano 2004, com sistema de trilha do tipo axial, motor de 209 kW de potência (284 cv) com plataforma de corte de 7,01 m de largura (23 pés), picador de palha, distribuidor de palhico e monitor de desempenho, utilizado para coleta das variáveis de desempenho.

Foram avaliados os parâmetros operacionais das colhedoras, as perdas quantitativas na colheita e os parâmetros qualitativos das sementes colhidas. Os parâmetros operacionais foram monitorados dentro da cabine das colhedoras, sendo monitoradas folga do cilindro, rotação do rotor, rotação do motor e velocidade de deslocamento.

Assim, CASSIA et al. (2015) concluíram que as colhedoras monitoradas operaram em condições semelhantes, porém os operadores fizeram regulagens na folga do cilindro e na rotação do rotor, otimizando os índices de perdas quantitativas em uma das colhedoras, mantendo a qualidade das sementes colhidas. Todos os índices avaliados, tanto as perdas quantitativas como os valores qualitativos, se encontraram dentro dos limites de controle estatísticos, o que permite se atribuir qualidade e confiabilidade à operação de colheita mecanizada de sementes.

3. CONCLUSÕES

Assim, é perceptível a importância de estudos relacionados a área agrícola, e no caso, com colhedoras autopropelidas para a colheita de grãos. Além disso, com os estudos e trabalhos científicos citados, é visível a necessidade de realizar novos experimentos, de forma a buscar a melhoria das tecnologias já existentes, além da criação de novas. Além de demonstrar em condições de campo quais são as necessidades dos produtores, e como saná-las, já que na prática, algumas condições devem ser adaptadas, e são os agricultores que irão utilizar as tecnologias, e devem estar preparados para tal.

Em relação aos trabalhos citados, além daqueles que foram consultados, é visível que há pouca diferença em relação a qualidade de grãos e sementes, quando comparadas colhedoras de trilha axial e trilha tangencial, tendo visto que houve melhor desempenho em alguns aspectos para colhedoras de fluxo axial em relação às sementes. Porém, é observado que o aspecto mais citado que deve ser levado em consideração é manter a regulagem e a manutenção das máquinas segundo o fabricante. Além disso para corroborar com o trabalho citado de CASSIA et. al (2015), realizar uma operação de qualidade, também seguindo as instruções do fabricante é de fundamental importância para uma colheita capaz de evitar perdas e danos às sementes e grãos da melhor maneira possível.

A escolha da máquina certa para o serviço irá depender de inúmeros fatores. Porém, para a colheita de grãos destinados às sementes, é visto que as de fluxo axial conseguem manter uma melhor qualidade dos aspectos das sementes, sendo mais indicadas. Mesmo assim, as colhedoras de fluxo tangencial demonstram manter uma qualidade desejável das sementes e grãos na maioria dos casos. Mas como dito anteriormente, tudo dependerá de cada caso e de como as tecnologias serão empregadas.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAUN, E. M. W. **Danos mecânicos e impurezas em grãos de soja com máquinas colhedoras com sistema de trilha axial e tangencial.** UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. 2023.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: FUNEP, 2000.

CASSIA et al; M. T. . **Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.19, n.12, p.1209–1214, 2015.

CASTRO, L. H. S.; FERREIRA, J. A. **Colhedora Axial.** 2007. Trabalho Acadêmico da disciplina Análises de Máquinas Agrícolas – Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba, 2007.

COMBINE MÁQUINAS AGRÍCOLAS. **Colhedora de milho combine 362br.** Disponível em: <http://combine.ind.br/produtos/colhedoras-de-milho/colhedora-de-milhocombine-362br>. Acesso em: 23 de fevereiro de. 2024.

Conab,2024. Disponível em <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5313-producao-de-graos-na-safra-2023-24-deve-atingir-312-3-milhoes-de-toneladas-influenciada-por-clima#:~:text=e%20Promo%C3%A7%C3%A3o%20Institucional-,Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20gr%C3%A3os%20na%20safra%202023%2F24%20deve%20atingir%20312,de%20toneladas%20influenciada%20por%20clima&text=Os%20produtores%20brasileiros%20dever%C3%A3o%20colher,ao%20obtido%20na%20temporada%20passada..> Acesso 23 em fevereiro de 2024.

CUNHA, J. P. A. R.; PIVA, G.; OLIVEIRA, C. A. **Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja.** Biosci. J., Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 37-42, July/Aug. 2009.

Dallmeyer, A. **COLHEDORAS: diferentes sistemas de trilha e separação.** Porto Alegre: Editora Centaurus, dez. 2014.

Deere Company 2025 Disponível em :<https://www.deere.com.br/pt/colheitadeiras/plataformas/600f/>. Acesso em dezembro de 2024.

DocPlayer. Disponível em <https://docplayer.com.br/109278864-Dimensionamento-de-maquinas-e-regulagens-de-colhedoras.html>. Acesso em fevereiro de 2024.

FAGANELLO, Antônio et al. **Colheita,** 2018. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128608/1/1D-43072-2015-trigo-doplantio-a-colheita-cap11.pdf> >. Acesso em 27 de maio de 2024.

FILHO, A. G. dos S.; SANTOS, J. E. G. G. dos. **Apostila de máquinas agrícolas**. 1. ed. Bauru: UNESP, 2001. 88 p. v. 1. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2024.

Grupo Cultivar 2023. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/maquinas-para-colheita-de-graos>: Acesso em dezembro de 2024.

Grupo Cultivar 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/quais-os-sistemas-e-tecnologias-presentes-nas-colhedoras-de-graos>. Acesso em dezembro de 2024.

LIMA, C. M. **Desempenho de colhedoras de uma e duas fileiras, semi-montadas para colheita mecanizada direta de milho**. 2008. Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

Magazine 2020. Disponível em <https://blog.mfrural.com.br/manutencao-de-colheitadeiras/>. Acesso em dezembro de 2024.

MANTEUFEL, Marcos Alessandro. **Avaliação de desempenho de duas plataformas de corte para colhedoras de grãos**. 2012. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2012.

MANTONI, L. **Apostila sobre colhedoras de grãos autopropelidas com hiperlinks de vídeos demonstrativos**. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola. 2020.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. de. Danos mecânicos e qualidade fisiológica de semente de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 2, p.125-129, 2005.

MARMENTINI, J. Automação de plataforma de colhedora de grãos. **Trabalho de conclusão de curso**. ERECHIM - RS 2021.

MÁRQUEZ, Luiz. **Debulha e separação através de rotor de fluxo axial nas colhedoras de grãos**. Agri World, ano 7, n. 23, p. 32-42, 2016.

MÖBS, D. R. **Atributos fisiológicos de sementes de soja influenciados por diferentes mecanismos de trilha**. Unijuí – universidade regional do noroeste do estado do rio grande do sul. Tcc, 2017.

MOLIN, J. P. **Colhedoras de grãos**. São Paulo: Universidade de São Paulo (e-Disciplinas), 2020. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5692009/mod_resource/content/2/Colhedoras_de_gr%C3%A3os2020.pdf. Acesso em: 25 maio 2024.

PINHEIRO, Plinio Pacheco. **Opções para colher bem.** Cultivar máquinas, ano 12, nº 141, p. 8-13, jun. 2014.

SANTOS, JAMILTON PEREIRA DOS. **Opção pela técnica de colheita ideal.** Revista Brasileira de Agropecuária, [s. l.], v. 3, n. 17, ed. 1, p. 35-37, 2013.

SILVA, José. G.; **Sistema de colheita.** Portal EMBRAPA. 2021.

SILVA, R. P. da. **Material elaborado para as disciplinas “Máquinas Agrícolas” (Agronomia) e “Máquinas e Mecanização Agrícola” (Zootecnia) da FCAV/UNESP.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2015. 33 páginas, P&B.

Yara 2024. Disponível em https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/importancia-de-investir-em-tecnologia-na-agricultura/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em dezembro de 2024.