

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS/MG
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA
FILIPPI JOSÉ ARANTES LEMOS

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: colheitadeiras axiais x radiais.

Varginha
2018

FILIPPI JOSÉ ARANTES LEMOS

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: colheitadeiras axiais x radiais.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, sob orientação do prof. Msc. João Mário Mendes de Freitas.

Varginha

2018

FILIPPI JOSÉ ARANTES LEMOS

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: Colheitadeiras radiais x axiais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me guiado durante todo esse período, à minha família e amigos pelo incentivo e paciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a elaborar este trabalho, principalmente à minha família, amigos e aos professores pelo conhecimento transmitido que foi aplicado no cotidiano.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento”

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho através da pesquisa bibliográfica aborda o desenvolvimento de colheitadeiras de grãos, com o sistema de trilha axial e radial ou tangencial. Tal abordagem é devida ao fato, da agricultura implementar esta tecnologia, e também com o crescimento da população e a alta demanda de alimentos, precisa-se de equipamentos que consigam suprir esta demanda, e oferecer ao produtor qualidade no serviço e lucro na produção, reduzindo perdas da lavoura, e à população alimentos saudáveis e com menos tempo de produção. O objetivo deste estudo é demonstrar a tecnologia aplicada nas máquinas, demonstrando as mudanças efetuadas nas máquinas radiais para a tecnologia axial. Este propósito será conseguido através de pesquisa sobre as máquinas mais antigas que utilizam do sistema radial, e um estudo nas máquinas modernas, compostas pelo sistema axial e demonstrar a eficiência dessas máquinas e a facilidade na sua utilização. Demonstrando também a tecnologia embarcada nessas colheitadeiras.

Palavras-chave: Colheitadeiras. Axial. Radial.

ABSTRACT

This work through the bibliographical research deals with the development of grain harvesters, with the axial and radial or tangential track system. Such an approach is due to the fact that agriculture implements this technology, as well as population growth and high food demand, equipment that can meet this demand is needed, and to provide the producer with quality in service and profit in production, reducing crop losses, and to the population healthy food and with less time of production. The objective of this study is to demonstrate the technology applied in the machines, demonstrating the changes made in the radial machines for the axial technology. This purpose will be achieved through research on the older machines that use the radial system, and a study on the modern machines, composed by the axial system and demonstrate the efficiency of these machines and the ease of use. Demonstrating also the technology embedded in these harvesters.

Keywords: Harvesters. Axial. Radial.

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Comparação entre colheitadeiras.....	24
------------------------------------------------	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Primeira colheitadeira SLC 65-A	14
Figura 02: SLC 6200.....	15
Figura 03: Modelo SLC 7200 turbo.....	16
Figura 04: Colhedora convencional.....	17
Figura 05: Plataforma para colheita de milho.....	18
Figura 06: Plataforma para colheita de cereais.....	18
Figura 07: Sistema de trilha.....	19
Figura 08: Exemplo de saca-palhas.....	20
Figura 09: Sistema de limpeza.....	21
Figura 10: Sistema axial.....	23
Figura 11: Regime de giro do cilindro debulhador, nas colheitadeiras radiais.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 HISTORIA DAS COLHEITADEIRAS.....	14
3 COLHEITADEIRAS DE GRÃOS.....	17
3.1 Colheitadeira radial ou tangencial.....	21
3.2 Colheitadeiras axiais.....	22
3.3 Axiais x radiais.....	24
4 RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	26
5 METODOLOGIA.....	27
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é a uma relação industrial e comercial, envolvendo uma cadeia produtiva na agricultura e pecuária. Associada a tecnologias avançadas que utilizam pouca mão de obra e mais da máquina. Com isso, faz-se referência ao termo “mecanização agrícola”, cujo objetivo principal é empregar o uso de máquinas e equipamentos agrícolas.

No Brasil, a mecanização agrícola, começou a ser difundida depois da Segunda Guerra Mundial, com os equipamentos importados do mercado americano e europeu, e com isso o país teve que se adaptar a esses maquinários. Desde então os tratores são usados para o manejo e controle da produção, e com isso também foram surgindo os implementos e colhedoras que eram e são acopladas aos tratores, mas nos últimos anos a tecnologia vem crescendo cada dia mais e o uso dos tratores tornou-se indispensável para a produção.

Vários implementos que eram acoplados aos tratores no decorrer dos anos se tornaram independentes, ou seja, implementos automotrizes. Um exemplo disso são as colheitadeiras, que devido o avanço da tecnologia e da engenharia, tornou-se um equipamento independente do uso do trator e preciso, podendo tomar decisões no desenvolvimento de serviços, com seu sistema informatizado que pode ser composto de computadores de bordo, sistema de controle de estabilidade, GPS, piloto automático, dentre vários outros itens que com o decorrer dos anos vem auxiliando o produtor e a população. Justamente pelo crescimento da população, que se fez-se necessário o avanço dessa tecnologia, para acompanhar o crescimento e fornecer o alimento para todos.

As primeiras colheitadeiras, as chamadas colheitadeiras radiais ou tangenciais, que possuem cilindro e côncavo na transversal da máquina, onde o material cortado passa entre o cilindro e o côncavo para acontecer a trilha, posteriormente passando para o sistema de limpeza e a palha conduzida para o saca-palhas, passando pelo batedor traseiro. A característica do uso desse sistema, é mudar a trajetória do material pela rotação do cilindro, mas com isso causa uma certa demora na saída dos grãos, acarretando em perdas mecânicas, perdas da produção e o retardamento do fluxo da colheitadeira.

Mas com o avanço tecnológico, e com a tentativa de diminuir as perdas causadas pelo sistema tangencial das colheitadeiras, foi desenvolvido as colheitadeiras axiais, cuja característica do sistema é a instalação do rotor e do côncavo no sentido longitudinal da colheitadeira, evitando com isso, a demora do material na trilha, fazendo com que o material cortado se desloca paralelamente ao eixo do rotor, com maior tempo de separação dos grãos, reduzindo com isso, as perdas da produção.

Ao decorrer deste trabalho, serão descritas as diferenças entre esses dois sistemas de separação e limpeza dos grãos, evidenciando as diferenças entre eles e detalhando cada sistema com suas devidas características.

E demonstrando também algumas tecnologias que foram implantadas nas colheitadeiras, pois com o aumento da população e a alta demanda de alimentos e produtos, fez-se necessário que essas máquinas se modernizassem. Com isso, a tecnologia cresceu e pode ajudar na solução da alta demanda. Com a mecanização agrícola, e o avanço da tecnologia, o que no passado levava dias para produzir e colher, hoje conseguimos fazer em horas e em alta escala, proporcionando um produto de maior qualidade aos consumidores em geral, com menos perdas da lavoura, maior produção de alimentos, atendendo a demanda por alimentos e contribuindo na lucratividade do produtor.

2 HISTORIA DAS COLHEITADEIRAS

Em 1965, a empresa gaúcha Schneider, Logemann & Cia. Ltda, foi a responsável pela produção da primeira colheitadeira autopropelida do Brasil, a máquina pioneira foi a SLC 65-A, apresentada na figura 1, equipada com motor a gasolina Chevrolet, baseada na tecnologia do modelo 55 da norte-americana John Deere.

O projeto foi coordenado pelo engenheiro Fernando Krause. Em 1969 a 65-A foi substituída pela SLC 1000, já com projeto próprio, que teria grande aceitação e seria fabricada por dez anos. Equipada com motor Mercedes-Benz e caixa de cinco marchas acoplada a variador de velocidades hidráulico, possuía plataforma de corte com largura de 4,2 m. A seguir vieram os modelos de maior porte 2000 e 2200 (JOHN DEERE, 2018).

Figura 1: Primeira colheitadeira, SLC 65-A.



Fonte: Oliveira, 2015.

Em 1983 foi lançada um equipamento totalmente novo – a 6200, conforme mostrada na figura 2 – já agora com tecnologia norte-americana. Usando pela primeira vez em suas máquinas a cor verde da John Deere, embora mantendo sua própria marca. O modelo traria como opcionais itens inéditos no segmento, tais como motor turbo-alimentado e transmissão hidrostática. Em 1986 seria disponibilizada a versão Turbo, com motor Mercedes-Benz de 148

cv. Equipamento de grande sucesso, o modelo 6200 dominaria o mercado nos anos seguintes, com alguns milhares de unidades fabricadas. Naquele mesmo ano a linha de produtos foi enriquecida com a introdução de plantadeiras de precisão, também de projeto Deere (JOHN DEERE, 2018).

Figura 2: SLC 6200



Fonte: John Deere, 2018.

Em 1987 seria lançada a SLC 7200 (figura 3), maior colheitadeira brasileira de então, com motor aspirado de 148 cv ou turbo de 162 cv, tanque graneleiro de 4.800 l e plataformas de corte de até 6,0 m de largura. A máquina receberia o Prêmio Gerdau Melhores da Terra do ano, na categoria Destaque. A linha de colheitadeiras foi renovada em 1993, com quatro modelos: 6300 e 7300 (atualização dos antigos 6200 e 7200), e as novas 7500 e 7700, as duas últimas novamente agraciadas com o Prêmio Gerdau: a 7700 Turbo em 1994, com o Troféu Prata na categoria Destaque, e a 7500 em 1996, com o Troféu Ouro na categoria Novidade (LEXICAR BRASIL, 2018).

Toda a linha de colheitadeiras, naquela altura, já vinha equipada com motores John Deere importados da Argentina. A SLC tornara-se, aos poucos, virtual dependente técnica da Deere, sendo simples questão de tempo sua absorção total pela empresa norte-americana. Ainda em 1996 a participação no capital da empresa gaúcha aumenta para 40%, levando à alteração da razão social para SLC-John Deere Ltda (LEXICAR BRASIL, 2018).

Em 1999 a Deere oferece o primeiro pacote de mapeamento de rendimento totalmente integrado, o sistema *GreenStar*TM, para todas as colheitadeiras *Maximizer*TM da série 9000. Ele forneceu o rendimento em movimento e leituras de umidade, informações de posição

diferencialmente corrigidas e processamento de dados. Com isso começava a implementação de tecnologia para uso no campo.

Figura 3: Modelo SLC 7200 turbo.



Fonte: Tamiozzo, 2013.

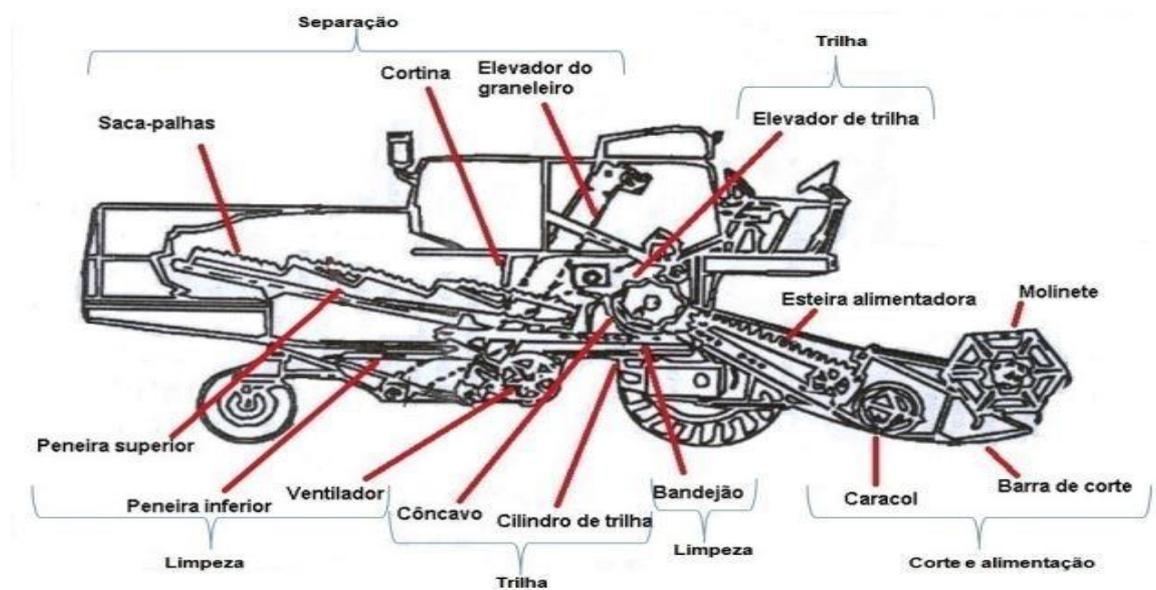
3 COLHEITADEIRAS DE GRAOS

As colheitadeiras de grãos podem ser de arrasto, quando tracionadas pela barra de tração e acionadas mecanicamente pela tomada de potência, montadas, semelhante às de arrasto, porém acopladas ao sistema de levante hidráulico do trator, e autopropelida, quando as máquinas possuem fonte de potência própria. A colhedora que é capaz de realizar todas as operações do processo de colheita é também chamada de combinada (NUNES, 2016).

A colhedora combinada possui sistemas com funções específicas. Os principais são o corte, a alimentação, a trilha, a separação e a limpeza do produto. Seus diversos setores podem ser regulados em função das condições e do tipo de cultura a ser colhida, entre elas, a soja, milho, arroz, trigo, sorgo, cevada, aveia, alfafa e malte.

Uma colhedora automotriz convencional é constituída basicamente dos seguintes sistemas mostrados na figura 4.

Figura 4: Colhedora convencional.



Fonte: NUNES, 2016

Como mostrado na figura 4, a colheitadeira divide-se em 4 sistemas, constituído pelo sistema de corte e alimentação, sistema de trilha, de limpeza e o sistema de separação.

No sistema de corte e alimentação, temos as plataformas que são acopladas as colheitadeiras, temos a plataforma para o cultivo de milho figura 5, e a plataforma de corte, figura 6 para o cultivo de cereais como soja, feijão, aveia, arroz, etc. Sendo indicadas nas imagens abaixo.

Figura 5: Plataforma para colheita de milho.



Fonte: John Deere, 2018.

Figura 6: plataforma para colheita de cereais.

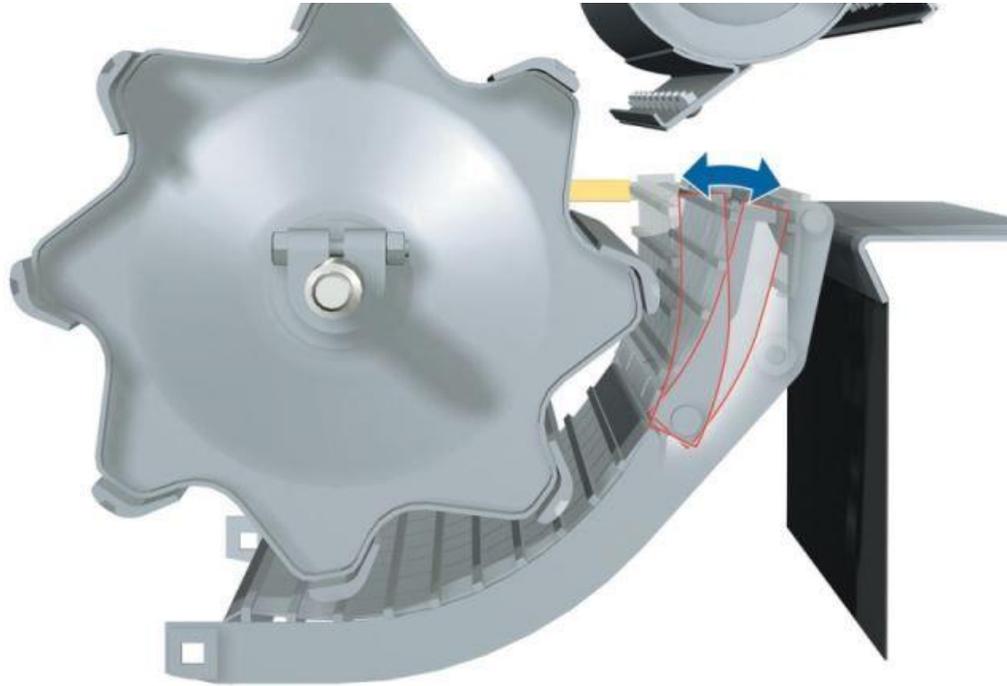


Fonte: John Deere, 2018.

No sistema de trilha é efetuado a debulha do material cortado, onde trilhar significa remover os grãos das vagens, das espigas ou das panículas, como no caso da soja, do trigo, do arroz e do milho, por exemplo. Mais de 70% dos grãos são separados nessa área da colhedora, isto é, quando passam através do côncavo para o bandejão. Os 30% restantes são separados pelas demais unidades do equipamento (FAGENELLO, 2018). Pode-se dizer que o funcionamento de toda a colhedora depende diretamente da unidade de trilha, pois, se ela não for bem-sucedida, as outras funções da máquina serão afetadas. Por exemplo, se for muito pequena a quantidade de grãos separados na unidade de trilha, uma quantidade excessiva de grãos será lançada sobre os saca-palhas junto com a palha, ocasionando as perdas pelos saca-palhas. Na trilha tem-se a presença do cilindro de trilha e do côncavo. Onde o cilindro de trilha é composto de barras estriadas dispostas sobre uma estrutura metálica em forma de cilindro. Tem a função de exercer ações mecânicas de impacto, compressão e atrito, por esfregamento. Já o côncavo possui forma aparente de uma calha tendendo a envolver o cilindro de trilha. Composto de barras estriadas unidas por estrutura metálica que toma forma de uma grelha que

permite a filtração das sementes, vagens e fragmentos de vagens e de hastes (NUNES, 2016). Na figura 7 temos um exemplo da trilha.

Figura 7 : sistema de trilha.



Fonte: Nunes, 2016.

No sistema de separação, temos presente o saca-palhas, mostrado na figura 8, cuja finalidade é eliminar a palha graúda e recuperar as sementes misturadas à mesma. Composto geralmente de 4 a 6 calhas perfuradas, com grelhas no seu interior para a recuperação e escoamento das sementes e com as bordas em forma de cristas voltadas para a parte traseira para eliminar a palha graúda. Possui também o batedor que reduz a velocidade da palha eliminada pela abertura de saída do sistema de trilha e direcioná-la para a parte frontal do saca-palhas, realizando ainda uma batida final da palha graúda. As cortinas retardadoras estão situadas sobre o saca-palhas e têm a função de retardar a velocidade de eliminação da palha, para garantir a filtragem das sementes, são fabricadas de material flexível, como lonas ou borracha. E fazendo parte também do sistema de separação tem-se a extensão regulável do côncavo, responsável por suspender o fluxo de palha e sementes, de forma que o batedor direcione o mesmo sobre o extremo dianteiro do saca-palhas, aproveitando assim, toda a área de separação. Na falta da extensão do côncavo, a maior parte do material trilhado cairia sobre o bandejão, indo posteriormente sobrecarregar as peneiras.

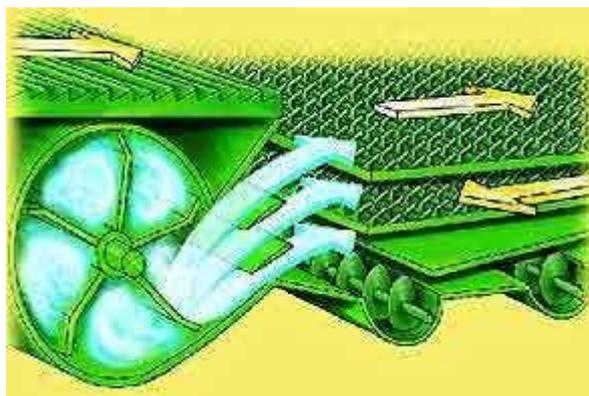
Figura 8 : exemplo do saca-palhas.



Fonte: NUNES, 2016.

Por fim tem-se o sistema de limpeza nas colheitadeiras, responsável pela limpeza dos grãos, demonstrado na figura 9, composto pelo bandejão que é uma superfície em forma de crista, que alterna partes inclinadas e verticais, voltada para a parte posterior da colheitadeira, situada abaixo do côncavo e possui um movimento retilíneo de vai-e-vem. As partículas mais pesadas, no caso as sementes, ficam embaixo, e as partículas mais leves, o palhico, em cima. Na parte final do bandejão, um pente de arame facilita a separação dos grãos e da palha, auxiliado pela corrente de ar do ventilador. Já a peneira superior, possui uma abertura ajustável e um movimento de vai-e-vem. Recebe o material vindo do bandejão e tem a função de filtrar os grãos. Pelo movimento de vai-e-vem, as vagens inteiras devem ser transportadas até a parte posterior da peneira onde passarão à extensão da peneira superior, que possui abertura um pouco maior do que a peneira inferior. Nesta extensão, as vagens inteiras e pedaços de vagens ainda contendo sementes, serão filtrados e dirigidos novamente ao mecanismo de trilha. Abaixo da peneira superior tem-se a peneira inferior, similar à superior, devendo ter sua abertura ajustada para permitir somente a passagem de sementes. E por último o ventilador, com a função de gerar uma corrente de ar ascendente que age por baixo das peneiras eliminando todas as partículas mais leves que as sementes. Retirando possíveis sujeiras não eliminadas no sistema de separação, conforme figura 9.

Figura 9: sistema de limpeza.



Fonte: Nunes, 2016.

Esses sistemas citados estão presentes basicamente em todas as colheitadeiras, mais conhecidas como colheitadeiras radiais ou tangenciais, porém como esse sistema possui algumas falhas e acaba sendo lento justamente pelo sistema tangencial e pode-se dizer que a maioria das perdas ocorre nos sistemas de trilha e separação (BISOGNIN, 2014). Com isso, foi desenvolvido um novo sistema de trilha, mais conhecido como axial, esses dois sistemas vão ser descritos posteriormente, demonstrando suas características e mostrando justamente a causa das perdas e como o sistema axial diminui esses efeitos, oferecendo rentabilidade e agilidade no processo de colheita, que acaba sendo uma das etapas mais críticas e difíceis para o produtor.

3.1 Colheitadeira radial ou tangencial

O sistema radial, possui cilindro e côncavo na transversal, a trilha acontece através do acesso do material cortado pela esteira, passando entre o cilindro e o côncavo onde acontece a trilha. Grande parte dos grãos separados na trilha desce pelo côncavo em direção ao sistema de limpeza e a palha graúda é conduzida para o saca-palhas, passando pelo batedor traseiro, recebendo impacto contra o pente do côncavo complementando a trilha e contribuindo na separação (PINHEIRO, 2014).

Esse sistema tem como característica mudar a trajetória do material pela rotação do cilindro, o que causa a morosidade de saída dos grãos do sistema, acarretando em danos mecânicos aos grãos, bem como o retardamento do fluxo da palha, sobrecarregando o sistema de separação e limpeza. O maior tempo de permanência do material, causa maior impacto agressivo, comprometendo a qualidade da colheita.

O sistema de trilha na colheitadeira de grãos é sem dúvida o mais importante e que define resultados tanto positivos quanto negativos no processamento do material e do fluxo do mesmo no interior da máquina. Ele é responsável por receber a planta cortada em um curto espaço de tempo e, além de trilhar e separar o grão da palha, define o caminho e o destino final desse material. É através de côncavo (separação) que os grãos são direcionados para o sistema de limpeza e daí para o armazenamento, já a palha é direcionada para fora da máquina pelo sistema de separação.

É fundamental que na trilha haja condições de que no mínimo 90% dos grãos trilhados tenham acesso ao sistema de limpeza através do côncavo e no máximo 10% de palha. Já no sistema de separação nas convencionais saca-palhas, no máximo 10% de grãos e no mínimo 90% da palha, caso contrário, as perdas pelas peneiras tornam-se inevitáveis. Há, ainda, excesso de retrilha (quebra de grãos) e a máquina pode ficar sobrecarregada (PINHEIRO, 2014).

Com relação a regulagens, os melhores resultados se dão quando a colhedora trabalha com a menor rotação necessária do cilindro para as condições da cultura e que permita a trilha sem triturar a palha graúda.

Já o côncavo deve ser o mais afastado possível em relação ao cilindro e sempre com abertura maior na parte dianteira, como ajuste básico, regula-se nos tirantes laterais com medidas específicas. Uma alternativa é trabalhar com o côncavo todo solto (para baixo), buscando, além da trilha, mais separação de grãos através do côncavo, mantendo a palha mais graúda possível e assim não sobrecarregando as peneiras.

O ideal é quando a colheitadeira trabalha com saca-palhas carregado (palhas graúdas) e peneiras vazias, e não o contrário, o que só é possível nas condições acima mencionadas. Nesse caso, em culturas como a soja, por exemplo, a vagem não deve ser retirada da planta; apenas os grãos. Isso contribui muito na redução de perdas por peneiras e na qualidade do grão pela redução de retrilha. Sempre que a trilha não esteja satisfatória busca-se a melhoria através da maior rotação do cilindro e nunca com aproximação do côncavo ao mesmo. Qualquer aproximação do côncavo ao cilindro provoca atrito (quebra do material), equivalente a algumas centenas de RPM a mais do cilindro.

3.2 colheitadeiras axiais.

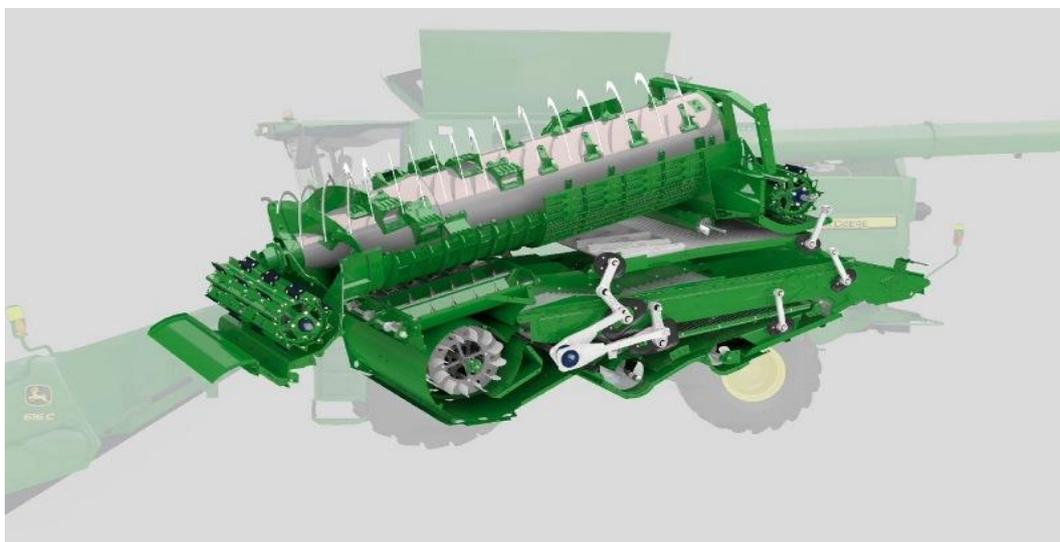
A *International Harvester Company*, fabricante que iniciou a produção em série (em 1978) de uma colhedora de ‘fluxo axial’ para todo os tipos de grãos e sementes (MARQUEZ, 2016). Para chegar ao mercado, este tipo de máquina percorreu um longo caminho, desde a

patente na Alemanha de uma máquina acionada por manivela em 1886, passando pelas experiências realizadas ao longo das décadas de 60 e 70, que puderam comprovar que este sistema poderia conseguir bons resultados com qualquer tipo de grão. Os objetivos que se pretendiam com estes desenvolvimentos eram: incrementar a capacidade de trabalho das máquinas, sem aumentar suas dimensões, conseguir ajustes mais fáceis de serem realizados e menos sensíveis às variações da colheita e, finalmente, melhorar a qualidade do grão colhido.

A colhedora axial cujo sistema é composto por rotor e côncavo longitudinal em relação à máquina, tem como característica principal o menor tempo de permanência do material na sessão de trilha, reduzindo danos mecânicos, na qual o material se desloca paralelo ao eixo do rotor, com maior tempo de separação do grão da palha, reduzindo perdas (PINHEIRO, 2014).

No sistema axial, a trilha e a separação acontecem concomitantemente por um único sistema, indicado na figura 10, objetivando primordialmente a qualidade do grão e a redução de perdas. Esse sistema apresenta maior eficácia na colheita de sementes e de culturas mais exigentes em qualidade na trilha como arroz, feijão, soja, milho, entre outras.

Figura 10: sistema axial.



Fonte: Farias, 2015.

O sistema axial, pelo fato de que o rotor e o côncavo estão situados no sentido longitudinal da colheitadeira, acelera a saída dos grãos do sistema, minimizando o atrito e diminuindo as quebras e a separação acontece gradativamente ao longo do côncavo até o sistema de limpeza.

Os rotores axiais, compostos por pequenas barras de trilhas intercaladas na parte dianteira da circunferência dos mesmos, causam atritos mais suaves e melhor separação. Na

parte posterior do rotor são distribuídos dedos (grampos) em toda circunferência, que além de proporcionar a separação, provoca limpeza do côncavo permitindo a descida dos grãos para o sistema de limpeza e contribuindo também no acabamento da trilha de grãos que ainda possam estar presos na planta. Paralelamente ao rotor está o côncavo com maior área de separação dos demais sistemas e que possui seções de grelhas diferentes tanto na abertura quanto na disposição, sessões essas de fácil remoção e reposição, podendo também ser usadas grelhas específicas para cada cultura fornecidas pelo fabricante.

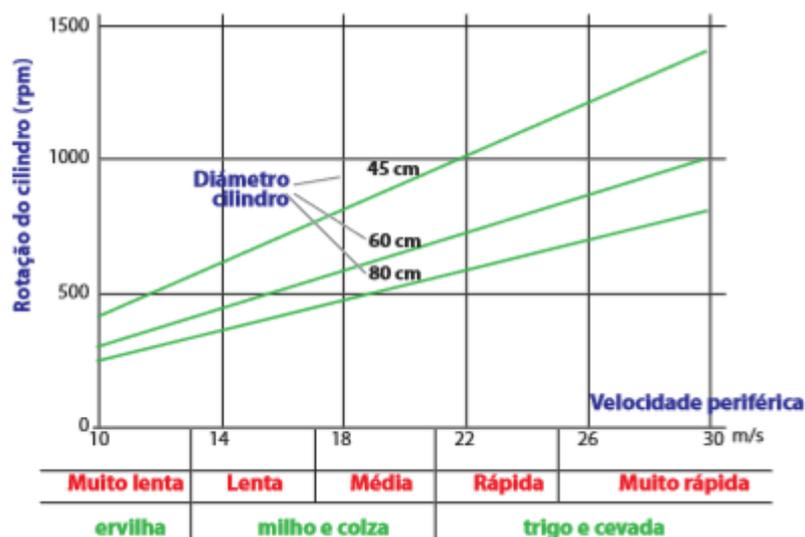
3.3 axiais x radiais.

Tabela 1: Comparação entre colheitadeiras.

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 11: Regime de giro do cilindro debulhador, nas colheitadeiras radiais.



Fonte: Marquez, 2016.

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).

O rotor é acionado na parte de trás, utilizando um variador de velocidade e uma caixa de duas velocidades com a qual se pode modificar a velocidade de rotação entre 280 e 650 rpm e 530 e 1.260 rpm. As velocidades lentas se recomendam para grãos mais frágeis, enquanto as mais rápidas para os produtos difíceis de trilhar. Em resumo, o rotor substitui 16 elementos em movimento de uma máquina com fluxo radial (MARQUEZ, 2016).

Analisando os dados da tabela 1 e da figura 11, percebe-se que nas colheitadeiras axiais, obtém-se, velocidade nos cilindros variando entre 10 a 30 m/s, mesma velocidade dos rotores das axiais, porém a rotação é bem superior. Nas axiais tem-se os rotores variando entre 200 a 1000 rpm, enquanto nas radiais, 200 a 1500 rpm.

O avanço da colheita depende da velocidade axial que gera ondulações no produto colhido. O tempo de resposta da colheita para percorrer o caminho até chegar ao rotor, em uma colhedora de debulha axial, é de 4 a 5 segundos, praticamente a metade do tempo empregado desde que chega ao cilindro debulhador até que sai dos sacudidores em uma colhedora convencional (MARQUEZ, 2016).

Em cilindros com um comprimento entre 3 e 4 m, se o produto colhido percorre essa distância em 4 a 5 segundos, isto significa que a velocidade axial média se encontra ao redor de 1 m/s. Quando apareceram as primeiras 'axial-flow' indicavam que as velocidades de avanço do produto colhido variavam entre 1,3 e 2,0 m/s, na primeira parte (região de debulha), para baixar até a metade na zona de separação (MARQUEZ, 2016).

4 RECURSOS TECNOLÓGICOS

Alguns recursos tecnológicos, são utilizados pelas principais montadoras de colheitadeiras do Brasil e do mundo. O sistema *AFS Pro 700*, avalia e monitora o funcionamento da colhedora e, além de gerar mapas de produtividade, possui um display *touch screen* com entrada USB e de vídeo, com acesso facilitado ao operador. A máquina conta ainda com piloto automático *AFS Guide*, ligado a uma antena *AFS 372*. Esta antena possui uma ampla cobertura de satélites, além de sinais RTK e RTX, que melhoram a precisão dos sinais obtidos pelo GPS.

Outras montadoras, utilizam nas colheitadeiras piloto automático *AutoTrac™*, dispositivo que, via satélite, guia a colhedora por uma linha planejada, restando ao operador realizar apenas as manobras de cabeceira. Além do piloto automático, dispõe de um controle automático de alimentação *HarvestSmart™*, que permite controlar a velocidade de colheita, ajustando as perdas de colheita, a carga no motor e a pressão de material no rotor. Assim, os sistemas funcionam de forma integrada. Para a colheita de milho, a máquina conta com o sistema *AutoTrac™ RowSense™*, tecnologia que relaciona os dados de posição com os dados do sensor de linha. Dotada de sensores ligados a um receptor de sinal GPS.

Sistemas *Fieldstar II*, responsável pelo monitoramento das funções e desempenho da colhedora também são utilizados. As informações obtidas instantaneamente pelos sensores são enviadas, gravadas e visualizadas no terminal *C2100*, de display LCD *touch screen*. Além disso, os dados obtidos podem ser coletados por meio de uma entrada USB. Ambas as máquinas possuem em sua versão *standard* piloto automático *Auto-Guide 3000* e o sistema de telemetria *AGCOMmand™*, que monitora a posição e algumas funções da colhedora, 24 horas por dia. Algumas colheitadeiras, são equipadas com um display *touch screen IntelliView™*, localizado junto ao console lateral, que permite o operador verificar as funções de desempenho da colhedora, sendo capaz de receber imagens de três câmeras. O piloto automático *IntelliSteer™* conta com um pacote de orientação, que utiliza DGPS ou RTK, garantindo uma margem de erro de até 2,5cm.

5 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa descritiva com objetivo de levantar, analisar e correlacionar dados obtidos na pesquisa, estabelecendo relações entre variáveis. Assim construiu-se uma pesquisa qualitativa, ou seja, qualificou-se dados, permitindo elaborar comparações e análises.

Para sustentar a pesquisa, foi realizada uma revisão bibliográfica buscando discutir como a literatura percebe essa tecnologia que foi empregada, facilitando a operação e ajudando no desenvolvimento. Mostrando assim as diferenças empregadas nas máquinas, e como ajuda no desenvolvimento da mecanização e para o produtor.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados fornecidos, e comparando uma colheitadeira STS 9570, de fluxo axial, e uma 1450, de fluxo radial. Pode-se perceber que as colheitadeiras axiais, possuem vantagens sobre as radiais. Num determinado período de colheita de milho, com umidade da lavoura entre 15 a 20 graus, obtém-se com uma colheitadeira axial, uma produção de 3000 sacas por dia, frente a 1500 sacas em fluxo radial, em velocidade média de 4,5 km/h, colhendo uma área de 20 a 22 hectares ao dia, e cerca de 10 a 12 hectares por dia.

Pode-se destacar também, no fluxo axial, obtemos maior número de regulagens de colheita, podendo utilizar a máquina, em diversos cultivos. Onde, com a troca de alguns componentes, pode-se efetuar a colheita de vários produtos, obedecendo as especificações de cada fabricante, e agredindo menos o produto colhido. Já no fluxo radial, estas regulagens e trocas de componentes, são limitados, aumentando possíveis perdas de produção.

Com esses dados, pode-se avaliar que as colheitadeiras, são capazes de fornecer alimentos em tempo reduzido, comparado ao modo de colheita antigo, e contribui para a lucratividade do produtor.

Porém, as colhedoras de fluxo axial, ainda apresentam um custo muito maior, e manutenção mais cara do que as de fluxo radial, por isso as colheitadeiras tangenciais, são mais utilizadas por pequenos e médios produtores, pois atendem muito bem a demanda da produção, e o custo é bem menor e mais fácil de manter. Já um grande produtor, possui maior tempo para investir na máquina e o custo de manutenção é reduzido.

No sistema de trilha, temos a separação do produto, e também responsável pelo maior número de perdas de produto. Para possível melhora desse sistema, pode ser implantado, um sistema de trilha maior, dividindo melhor o produto colhido dentro da colheitadeira, com sistema de auto nivelamento para colheitas em ladeiras minimizando perdas.

Com relação a tecnologia que vem embarcada, nas colheitadeiras podemos ressaltar que com o auxílio do piloto automático garante para a colheitadeira manter uma carga de colheita consistente alterando automaticamente a velocidade da colheitadeira para compensar as variações na colheita que não são facilmente visíveis para o operador.

Durante o curso de um longo dia de colheita, os operadores são desafiados a manter a colheitadeira no desempenho máximo devido às condições de colheita variáveis que afetam a carga da colheita que entra na colheitadeira. O sistema *Harvest Smart*, presente nas colheitadeiras, se ajusta às condições de mudança mais rapidamente do que um operador médio, mantendo uma carga de colheita consistente na colheitadeira. Como o sistema de controle

Harvest Smart automaticamente mantém a máquina na capacidade máxima de carga, conforme definido pelo operador, a fadiga e o estresse são reduzidos e a produtividade geral da colheita é aumentada, mantendo a qualidade de grãos consistente e uma amostra de grãos mais limpa, devido a carga de colheita mais consistentes na colheitadeira.

Com toda essa tecnologia foi possível reduzir as lacunas e sobreposições, de modo que os custos de insumos e o consumo de combustível fossem reduzidos, enquanto que a taxa de trabalho é aumentada. Dependendo da aplicação, pode-se esperar uma economia de até 8%, e um aumento em produtividade de até 14%. Pois a precisão é assegurada, as tarefas podem ser concluídas em um período de tempo mais curto e, sempre, com o mesmo nível de precisão. O operador, aliviado do estresse e fadiga por dirigir, pode concentrar-se na gestão e no desempenho do implemento, o que é uma boa notícia para a produtividade das suas operações. Também permite que os operadores executem linhas espaçadas uniformemente mesmo após o pôr-do-sol, bem como em condições adversas como poeira ou nevoeiro.

Foi possível otimizar o número de passes e reduzir a compactação do solo. Limitando o tráfego entre determinadas linhas e utilizar as mesmas linhas de tráfego ano após ano, sacrificando uma pequena porção do campo. Restringir o tráfego para rotas específicas também fornece uma superfície de solo firme para uma operação mais eficiente da máquina agrícola.

Vale ressaltar que o sistema de limpeza, utilizado no fluxo axial, é bem parecido com o fluxo radial, pois consta com um sistema eficiente para a limpeza do material cortado, e se adaptou muito bem ao sistema axial, proporcionando limpeza igual ou até superior do que o sistema radial.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de trilha de fluxo longitudinal mostrou-se mais eficiente quando comparado ao sistema de trilha de fluxo radial, elevando a qualidade dos grãos e reduzindo as taxas de perda.

A tecnologia abrangente nas colheitadeiras de grãos, facilitou o trabalho na colheita. Conforme todo o estudo efetuado, pode-se ter a certeza que essa tecnologia facilitou o trabalho. Mas também trouxe para a atualidade, muitos ganhos, tanto para quem trabalha no equipamento, como para quem depende dos produtos colhidos pela colheitadeira, no caso a população em geral.

Antigamente para colher uma área de milho, soja ou dependendo da cultura se levava dias, semanas e até mesmo meses, podemos perceber no cenário atual, que essa diferença é maior, pois conseguimos fazer essa mesma área em algumas horas de serviço, respeitando as especificações da máquina, e operando corretamente sem danificá-la,

Já o sistema de piloto automático, facilitou a operação da colheitadeira, e com esse sistema, a máquina é operada sem erros, que possa danificá-la, e reduzindo o custo de mão de obra, para o produtor rural.

Pode-se destacar também que com a implantação do fluxo axial nas colhedoras, obtivemos um índice menor de perdas de produtos, perdas mecânicas e um aumento do índice de produto oferecido para o consumidor final.

Mas vale ressaltar que as colhedoras tangenciais, exercem um papel muito importante tanto quanto as de fluxo axial. Para um produtor de pequeno porte por exemplo, essas máquinas são muito utilizadas, seja pelo custo, como pela disponibilidade, pois exerce muito bem o seu papel. E que tanto para as colheitadeiras axiais como para as radiais, deve-se tomar alguns cuidados com o equipamento, na sua utilização, sempre mantendo as revisões, e obedecendo o que vem descrito no manual.

E com esse estudo foi possível perceber a importância da engenharia, no dia a dia, através de estudos e pesquisas, que fornecem agilidade, comodidade e economia para o setor. Facilitando a vida do produtor rural, e ajudando toda a população que depende do alimento para a sobrevivência.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. John Deere comemora os 50 anos da primeira colheitadeira do Brasil. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/noticias/john-deere-comemora-os-50-anos-da-primeira-colheitadeira-do-brasil_218138.html >. Acesso em: 27/08/2018.
- AMATO NETO, João. **A indústria de maquinas agrícolas no brasil – origens e evolução**. Rio de Janeiro, 2014.
- BISOGNIN, Bruno et al. Trilha Trocada. **Cultivar máquinas**, ano 12, nº 142, p. 26-29, jul. 2014.
- FAGANELLO, Antônio et al. **Colheita**, 2018. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128608/1/1D-43072-2015-trigo-do-plantio-a-colheita-cap11.pdf> >. Acesso em 04/10/2018.
- FARIAS, Marcelo Silveira et al. As maiores. **Cultivar máquinas**, ano 13, nº153, p. 20-29, jul. 2015.
- John Deere: 175 anos de história. Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt_BR/our_company/news/press_releases/2012/may/175_years_of_history/175_years_of_history.page>. Acesso em: 02/04/2018.
- John Deere comemora os 50 anos da primeira colheitadeira no Brasil. Disponível em: <https://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/grain_harvesters/50-years.page>. Acesso em: 04/04/2018.
- John Deere: Plataformas Hydra Flex. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/colheitadeiras/plataformas/600f/>>. Acesso em: 06/10/2018.
- John Deere: Plataforma para milho. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/colheitadeiras/plataformas/600c/>>. Acesso em: 06/10/2018.
- LEXICAR BRASIL. SLC, 2018. Disponível em: < <http://www.lexicarbrasil.com.br/slc/> >. Acesso em: 4/10/2018.
- 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.
- NUNES, José Luiz da Silva. **Tecnologia de sementes – colheita**, 2016. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/colheita_361342.html>. Acesso em: 05/10/2018.
- OLIVEIRA, Adriano. **Nova colheitadeira faz em meia hora o que antecessora levava um dia inteiro**. 2015. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/agrishow/2015/noticia/2015/05/nova-colheitadeira-faz-em-meia-hora-o-que-antecessora-levava-um-dia-inteiro.html>> **Acesso em: 26. Jun. 2018**
- PINHEIRO, Plínio Pacheco. Opções para colher bem. **Cultivar máquinas**, ano 12, nº 141, p. 8-13, jun. 2014.

SANTOS FILHO, Abílio Garcia dos; SANTOS, João Eduardo Guarnetti Garcia dos. **Apostila de maquinas agrícolas**. São Paulo: Unesp. 2001.

TAMIOZZO, Tiago. SLC 7200 colhendo trigo em Nova Ramada – RS. 2013. Disponível em: < <https://tigotamiozzo.wordpress.com/2013/11/28/slc-7200-colhendo-trigo-em-nova-ramada-rs/>>. Acesso em: 26. Jun. 2018