

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PERDAS DE GRÃOS NA
COLHEITA MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Camila Brum Pradebon

**Itaqui, RS, Brasil
2014**

CAMILA BRUM PRADEBON

**PERDAS DE GRÃOS NA
COLHEITA MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Alexandre Russini

Itaqui, RS, Brasil
2014

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

P896p Pradebon, Camila Brum

Perdas de grãos na colheita mecanizada de arroz
irrigado / Camila Brum Pradebon.

35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, BACHARELADO EM AGRONOMIA,
2014.

"Orientação: Alexandre Russini".

1. Oriza Sativa. 2. Colheita mecanizada. 3. Perdas de
grãos. I. Título.

CAMILA BRUM PRADEBON

PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 21 de agosto de 2014.
Banca examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Russini
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Eloir Missio
Curso de Agronomia – UNIPAMPA

Prof. Dr. Elizete Beatriz Radmann
Curso de Agronomia – UNIPAMPA

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Paulo Sergio Pradebon e a minha mãe Ivete Medianeira Brum Pradebon que possibilitaram a realização deste sonho, ao meu irmão Paulo Sergio Pradebon Junior e a minha sobrinha e afilhada Maria Valentina Vargas Pradebon pelo incentivo na minha formação profissional.

Dedico a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste curso.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alexandre Russini pela orientação e pelo apoio durante grande parte da graduação.

Aos demais professores, minha gratidão a todos que estão contribuindo na minha formação profissional.

A Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, pela oportunidade de realização deste curso.

A todos os colegas do curso pelo convívio e pelos momentos de amizade.

Aos amigos Eng^o Agrônomo Ivan Spat e sua esposa Maria Helena Spat no auxílio a pesquisa e ao apoio nas horas difíceis, além da amizade durante toda a graduação e toda minha vida, sendo por mim considerados os meus segundos pais.

As amigas Ananda Piffero, Ana Laura Bohrer e Eduarda Modesto, ao auxílio, compreensão e apoio nos momentos difíceis e nas horas as quais desistir pareciam ser a melhor solução.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DE ARROZ IRRIGADO

Aluna: Camila Brum Pradebon

Orientador: Alexandre Russini

Local e data: Itaqui, 21 de agosto de 2014.

A operação de colheita é a que representa grande parte nas perdas e no aumento dos custos de produção na cultura do arroz irrigado. Portanto, o estudo e divulgação das regulagens e velocidades ideais utilizadas nessa operação se tornam de fundamental importância, assim diferenciando-as para cada sistema de trilha. O presente trabalho tem por objetivo avaliar as perdas de grãos na colheita mecanizada de arroz irrigado em diferentes sistemas de trilha e velocidades de deslocamento. O trabalho foi desenvolvido nos meses de março, abril e maio de 2014 na Granja Guará, município de Uruguaiana, com a variedade BR IRGA 424. Foram avaliadas três colhedoras equipadas com sistemas de trilha radial, híbrido e axial e cinco velocidades de deslocamento da colhedora ($V_1=1,0 \text{ km h}^{-1}$; $V_2= 1,5 \text{ km h}^{-1}$; $V_3= 2,0 \text{ km h}^{-1}$; $V_4= 2,5 \text{ km h}^{-1}$ e $V_5= 3,0 \text{ km h}^{-1}$). Todas as avaliações foram feitas no mesmo talhão da lavoura, buscando-se a uniformidade das condições de colheita, com uma umidade média de 21%. O experimento demonstrou interação entre as variáveis estudadas, as colhedoras apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) para as 5 velocidades, sendo que a $3,0 \text{ km h}^{-1}$ apresentou maior média de perda nas três colhedoras. As velocidades ideais de colheita são de $1,0 \text{ km h}^{-1}$ a $1,5 \text{ km h}^{-1}$ para a colhedora com sistema de trilha radial, de até $2,0 \text{ km h}^{-1}$ para a colhedora com o sistema de trilha axial e de $2,5 \text{ km h}^{-1}$ para a colhedora com o sistema de trilha híbrido, onde as mesmas apresentam valores de perda de grãos dentro dos padrões práticos considerados aceitáveis, porém em condições adversas de colheita o sistema axial apresenta maior capacidade de operacionalidade podendo atingir maiores velocidades de deslocamento que as demais sem apresentar problemas mecânicos, mesmo mostrando valores de perdas maiores.

Palavras-chaves: *Oryza sativa*, colhedoras, mecanização.

ABSTRACT

LOSSES THE GRAINS IN THE HARVEST MECHANIZES OF IRRIGATED RICE

Author: Camila Brum Pradebon

Advisor: Alexandre Russini

Date: Itaqui, August 21st, 2014.

The harvesting operation is one that representing big part in the losses and increase the production costs in irrigated rice culture. So, the study and dissemination of adjustments and optimum speeds used in this operation become of paramount importance, thus differentiating them for each trail system. The present work has the objective evaluate the losses the grains in the harvest mechanizes of irrigated rice in different trail systems and travel speeds. The work was developed in the months of March, April and May of 2014 in the Guar Grange, municipality of the Uruguaiana, with the variety IRGA BR 424. Were evaluated three harvests (John Deere SLC 7200, New Holland TC 5090 e John Deere STS 9670) equipped with a radial trail systems, hybrid and axial, respectively and five travel speeds of the harvester ($S_1= 1,0 \text{ km h}^{-1}$; $S_2= 1,5 \text{ km h}^{-1}$; $S_3= 2,0 \text{ km h}^{-1}$; $S_4= 2,5 \text{ km h}^{-1}$ and $S_5= 3,0 \text{ km h}^{-1}$). The design experimental used was the blocks fully randomized, in factorial plan (3x5), with three repetitions. Every evaluations were made in the same part of the farming, looking up the uniformity of crop conditions, with average humidity of 21%. The experiment demonstrated interaction between variables studied, the harvests present significant differences ($P<0,05$) for the five speeds, wherein the $3,0 \text{ km h}^{-1}$ presented higher average loss in three harvests. The optimum speeds are of the $1,0 \text{ km h}^{-1}$ to $1,5 \text{ km h}^{-1}$ for the harvest with a radial trail system, up to $2,0 \text{ km h}^{-1}$ for the harvest of axial trail system, the same can yet of the $2,5 \text{ km h}^{-1}$ for the harvest of with the hybrid system trail, where the same present values of grain losses within the practical standards considered acceptable, but in adverse conditions the axial system present larger capacity of operability reaching higher travel speeds than others without giving mechanical problems, even showing values greater losses.

Keywords: *Oryza sativa*, crops, mechanization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Constituição de uma colhedora de cereais com saca palhas.....	12
Figura 2: Corte esquemático de uma colhedora.....	13
Figura 3: Sistema de alimentação por gravidade	14
Figura 4: Sistema hibrido	15
Figura 5: Colhedora com sistema de trilha axial.....	16
Figura 6 – Abertura da lona durante a determinação das perdas	18
Figura 7: Disposição da lona para coleta de amostra	18
Figura 8 – Distribuição da lona desenrolada com a coleta da palha	19
Figura 9 – Perdas em Kg ha ⁻¹ decorrente do sistema de trilha radial em diferentes velocidades de deslocamento	22
Figura 10: Perdas em Kg ha ⁻¹ decorrente do sistema de trilha híbrido em diferentes velocidades de deslocamento	23
Figura 11: Perdas em Kg ha ⁻¹ decorrente do sistema de trilha com rotor axial em diferentes velocidades de deslocamento	24
Figura 10: Perdas de grãos em Kg ha ⁻¹ das colhedoras em diferentes velocidades de deslocamento	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Colhedoras avaliadas com seus sistemas de corte e trilha	17
Tabela 2 – Perdas de grãos de arroz em Kg ha ⁻¹ em função de diferentes velocidades de deslocamento e sistema de trilha	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Arroz Irrigado	10
2.2 Perdas de Grãos	11
2.3 Colhedoras	12
2.3.1 Colhedora com sistema de trilha radial	12
2.3.2 Colhedora com sistema de trilha híbrido.....	14
2.3.3 Colhedora com sistema de trilha axial	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO.....	27
6 REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. É considerado o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 158 milhões de hectares. A produção de cerca de 662 milhões de toneladas de grãos em casca corresponde a 29% do total de grãos usados na alimentação humana (SOSBAI, 2012). O Rio Grande do Sul se destaca como o maior produtor nacional, sendo responsável por mais de 61% do total produzido no Brasil, seguido por Santa Catarina com produção de 8 a 9%. Esse grande volume produzido nos dois Estados sulinos, totaliza cerca de 70%, é considerado estabilizador para o mercado brasileiro e garante o suprimento desse cereal à população brasileira (SOSBAI, 2012)

A colheita é considerada uma das etapas mais importantes do processo de produção, mas quando mal conduzida, pode ocasionar perdas de grãos, comprometendo os esforços e os investimentos dedicados à cultura (FONSECA E SILVA, 2003). Para Pinheiro Neto e Gamero (2000) a umidade dos grãos fora das condições ideais de colheita, regulagens incorretas e a velocidade excessiva da colhedora podem ser responsáveis pelas perdas que atingem 10% da produção agrícola nacional. A produção do Rio Grande do Sul na safra 2012/2013 foi de 8.069.903 toneladas (IRGA, 2014). Com isso vê-se a importância de pesquisas na área, uma vez que são escassos os trabalhos de pesquisas e dados na literatura científica relativos sistemas de trilha e velocidades de deslocamento na operação de colheita, além de determinar parâmetros de mensuração e avaliação que visem a reduzir esses valores aumentando a oferta de produção e diminuindo os custos do produtor.

Considerando que a cultura do arroz irrigado é de suma importância no Sul do Brasil, sendo a operação de colheita a que representa grande parte das perdas de produção. Neste contexto o estudo e divulgação das regulagens e velocidades ideais utilizadas nessa operação diferenciando para cada sistema de trilha se tornam de fundamental importância. Desta forma, este trabalho tem por objetivo avaliar as perdas de grãos na colheita mecanizada de arroz irrigado com diferentes velocidades de deslocamento em três sistemas de trilha que equipam as colhedoras autopropelidas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arroz Irrigado

O arroz é uma espécie anual da família das *Poáceas*, adaptada ao ambiente aquático (SOSBAI, 2012).

É um dos mais importantes grãos em termos de valor econômico. É considerado o cultivo alimentar de maior importância em muitos países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e Oceania, onde vivem 70% da população total dos países em desenvolvimento e cerca de dois terços da população subnutrida mundial. É alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas e, segundo estimativas, até 2050, haverá uma demanda para atender ao dobro desta população (EMBRAPA, 2005).

Atualmente, o arroz é a cultura com maior potencial de aumento de produção e responde pelo suprimento de 20% das calorias consumidas na alimentação de pessoas no mundo. Em decorrência, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar. O Brasil, com uma produção anual entre 11 e 13 milhões de toneladas de arroz nas últimas safras, participa com cerca de 82% da produção do Mercosul (SOSBAI, 2012).

Segundo Cantrell (2002) nenhuma outra atividade econômica alimenta tantas pessoas, sustenta tantas famílias, é tão crucial para o desenvolvimento de tantas nações e apresenta mais impacto sobre o nosso meio ambiente. A produção de arroz alimenta quase a metade do planeta todos os dias, fornece a maior parte da renda principal para milhões de propriedades rurais e cobre 11% da terra arável do planeta.

A Região Sul é a maior produtora de arroz irrigado do País, concentrando 68,1% da produção nacional (IBGE, 2014).

SOSBAI (2012) cita que no RS, o arroz apresenta um valor bruto de produção de cinco bilhões de reais, o que representaria 2,74% do PIB e na metade Sul do Rio Grande do Sul, o arroz irrigado é a principal atividade econômica, chegando a representar mais de 50% do valor bruto da produção para diversos municípios.

A produção projetada para 2021/2022 é de 15,2 milhões de toneladas, equivalente a um crescimento anual da produção de 1,4% de 2011/2012 a

2021/2022 (MAPA, 2012).

2.2 Perdas de Grãos

Os custos com as operações mecanizadas em lavouras de arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) representam uma grande parcela nos custos totais de produção, sendo que, na safra 2009/2010, os gastos chegaram a aproximadamente 30% destes. Dentre as operações mecanizadas, destaca-se a colheita, que, nesta mesma safra mencionada anteriormente, representou 10,46% do custo total de produção (IRGA, 2010).

Informações sobre a operação de colheita podem indicar ações capazes de reduzir o seu custo e conseqüentemente aumentar a rentabilidade das lavouras de arroz irrigado. O correto planejamento, mais especificamente por meio de um adequado dimensionamento da colhedora evita sua subutilização (ARALDIL, 2013).

A colheita em época inadequada e a deficiência de regulagens das colhedoras são alguns dos fatores que provocam perdas durante a colheita (WEYMAR JR, 2009).

O teor adequado de umidade do grão para realizar-se a colheita do arroz está entre 18 e 23%. Se colhido com teor de umidade muito elevado, haverá grãos em formação. Por outro lado, se a colheita for muito tarde haverá mais quebra de grãos no beneficiamento (EMBRAPA, 2005).

Segundo Silva, (2004) nos sistemas de produção do arroz, a etapa referente à colheita dos grãos é uma das mais importantes, devido ao elevado custo operacional em relação ao custo total de produção e, ainda, por refletir na produção e na qualidade do produto. Existem três métodos de colheita: o manual, o semimecanizado e o mecanizado.

Na colheita mecanizada, as perdas são provocadas pelos mecanismos externos e internos da colhedora. Os externos provocam perdas devido à ação mecânica da plataforma de corte e do molinete, e os internos pela ação do cilindro batedor, saca palha e peneiras (SILVA, 2004).

Dentre os fatores que afetam as perdas na colheita, a velocidade de deslocamento da colhedora tem destaque especial. A maneira mais correta de determiná-la é através da produtividade da cultura em relação à capacidade

admissível de trabalho da colhedora para processar toda a massa colhida, juntamente com os grãos (CUNHA E ZANDBERGEN, 2007).

Segundo Silva, (2004) as perdas ocorrem nas peneiras devido à má regulagem do fluxo de ar, da abertura e da posição delas. No saca palha, as perdas podem ser decorrentes da sua obstrução, da regulagem e da velocidade excessiva da máquina ou das condições da lavoura (alta ocorrência de plantas daninhas, grãos com elevado teor de umidade ou imaturos).

2.3 Colhedoras

2.3.1 Colhedoras com sistema de trilha radial

Conforme Heiffing et al. (2006) os componentes básicos de uma colhedora automotriz convencional são observados na Figura 1. Todas as colhedoras combinadas realizam as seguintes etapas na colheita:

- Corte e Alimentação;
- Trilha;
- Separação e Limpeza;
- Armazenamento de grãos

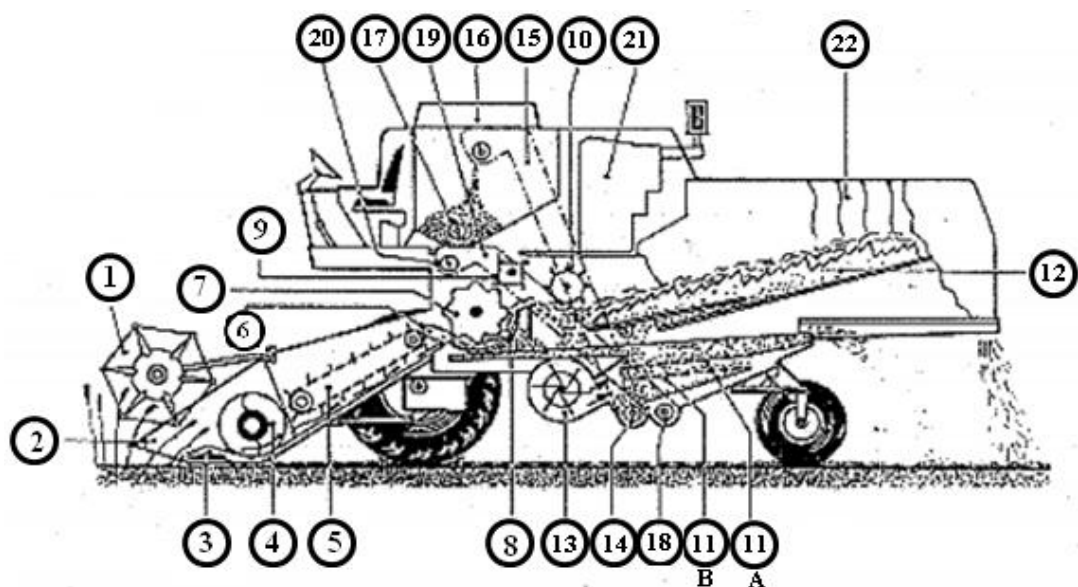


Figura 1 – Constituição de uma colhedora com sistema de trilha radial. 1) molinete, 2) divisor lateral, 3) barra de corte, 4) transportador helicoidal, 5) elevador de esteira, 6) separador de pedras, 7)

cilindro trilhador, 8) côncavo, 9) batedor, 10) separador, 11) peneiras – A (superior) e B (inferior), 12) saca-palhas, 13) ventilador, 14) transportados para grãos limpos, 15) elevador de grãos limpos, 16) depósito de grãos, 17) transportador helicoidal de grãos limpos, 18) transportador de grãos para retrilha, 19) transportador de grãos para segunda retrilha, 20) condutor helicoidal alimentador do cilindro de segunda retrilha, 21) motor, 22) cortinas homogeneizadoras. Fonte: QUEIROZ, 2005.

O mecanismo de corte difere para cada tipo de cereal a ser colhido, o qual constitui o que denomina-se de plataforma de corte, cujos elementos principais são os separadores, molinete, barra de corte e condutor helicoidal (SANTOS et. al., 2001).

Os mesmos autores citaram que o mecanismo de alimentação é composto de uma esteira transportadora formada de correntes longitudinais, com barras transversais, as quais raspam o material sobre o fundo trapezoidal, elevando-o e colocando-o no mecanismo de trilha.

Conforme Embrapa, (2006) o mecanismo de trilha recebe as plantas da plataforma de corte e realiza a degranação e a separação primária dos grãos. Mais de 90% dos grãos são separados das panículas e dos colmos no ato de trilha. Os componentes responsáveis pela trilha são o cilindro de trilha e o côncavo, que, para o arroz, devem ser de dentes (Figura 2). A velocidade periférica do cilindro, que varia conforme o teor de umidade dos grãos, geralmente é de 20 m a 25 m s⁻¹, com uma rotação em torno de 600 rpm.

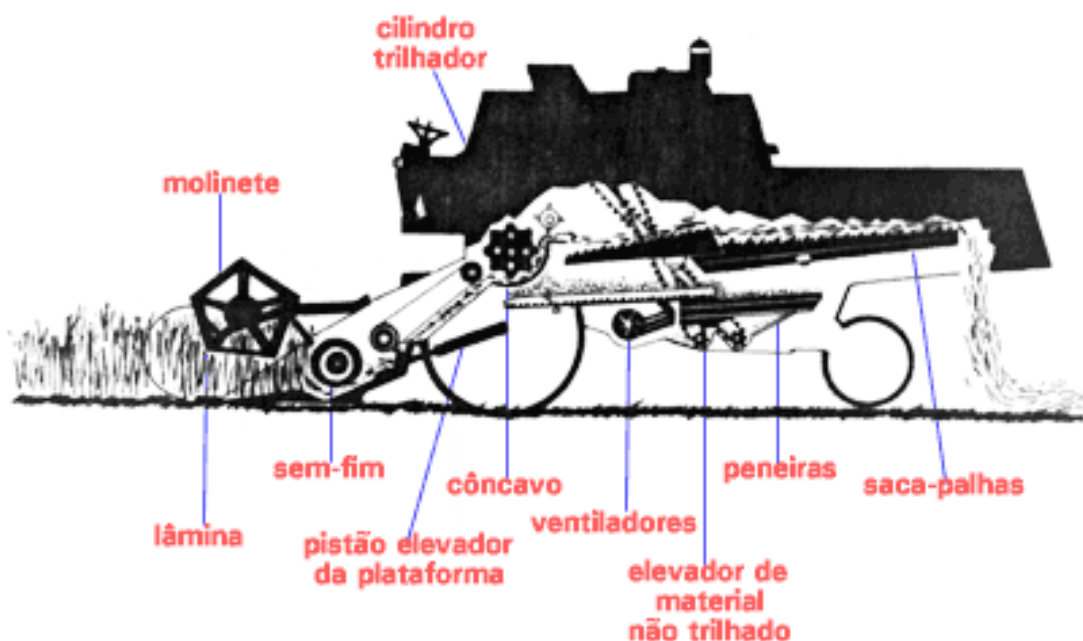


Figura 2 – Corte esquemático de uma colhedora. Fonte: EMBRAPA, 2006

Após passar pelo mecanismo de trilha, o material restante é composto por um aglomerado de palha inteira e triturada, grãos debulhados ou não, além de materiais estranhos. Isso mostra a necessidade de se separar os grãos do restante da palhada. Essa separação começa ser feita na grade do côncavo, grades do cilindro e por fim nos saca palhas (HEIFFING et. al., 2006).

Segundo o mesmo autor, a principal função do saca-palha é mover, rapidamente, a palha pela máquina. A capacidade operacional (ou eficiência) de uma colhedora está vinculada ao seu mecanismo de trilha e não ao de separação e limpeza. Assim sendo, deve-se ajustar bem a abertura entre cilindro-côncavo e a velocidade do cilindro para que a debulha seja feita com alta eficiência, não restando muito para os mecanismos subsequentes.

O autor ainda relata que após passar pelo mecanismo de trilha e separação, grãos e impurezas, devem ser levados ao mecanismo de limpeza da máquina constituído pela: peneira superior, peneira inferior e ventilador. Estes podem ser levados por gravidade ou por meio de um transportador. Na Figura 3 podemos observar o sistema de alimentação do mecanismo de limpeza de uma colhedora.

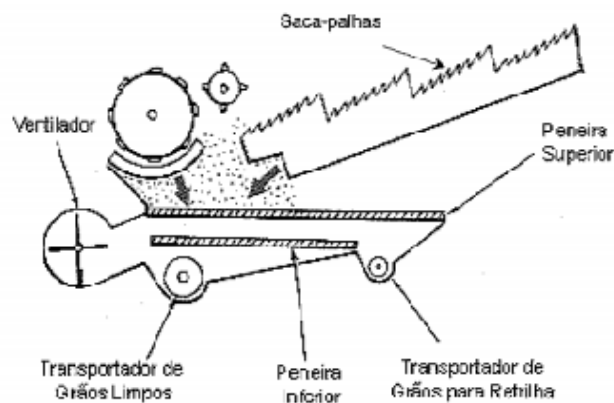


Figura 3 - Sistema de alimentação por gravidade. Fonte: QUEIROZ et al., 2005

Como se pode observar na Figura 3, os grãos caem diretamente pelo côncavo ou são levados por uma bandeja localizada abaixo do saca-palha.

2.3.2 Colhedoras com sistema de trilha híbrido

Segundo a Massey Ferguson (2010) as colheitadeiras híbridas são máquinas que possuem sistema tangencial de trilha e separação por rotores (sistema

Híbrido)(Figura 4), características estas que proporcionam uma maior capacidade de colheita. O sistema híbrido separa os grãos da palha por ação centrífuga de dois rotores e permite a máquina trabalhar em velocidades mais altas, o que origina uma colheita maior capacidade operacional, com menos perdas e maior rentabilidade.

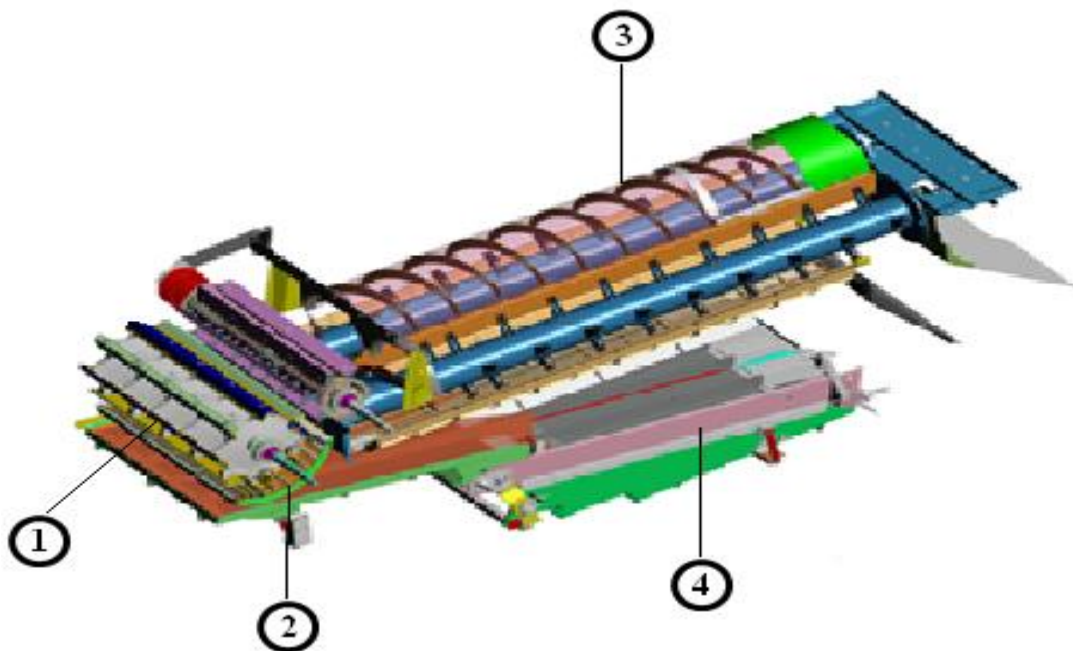


Figura 4 – Sistema híbrido: 1) Cilindro trilhador 2) Côncavo 3) Rotor 4) Peneiras. Fonte: MASSEY FERGUSON, 2010

2.3.3 Colhedoras com sistema de trilha axial

Segundo a Revista Rural (2010), axial se refere ao eixo. Pela mudança da posição do mesmo em relação à máquina, o qual maximizou a tecnologia das colhedoras. Ao invés de a debulha, a trilha e a separação acontecerem em cilindros batedores que atuam perpendicularmente ao eixo da máquina, essas etapas ocorrem em um rotor axial que atua em paralelo ao eixo da máquina, onde a movimentação do material ocorre sem impactos bruscos, sendo acelerada e processada de forma axial ao eixo do rotor.

Segundo a EMBRAPA (2004) o sistema de fluxo axial com seu conceito de trilha em passadas múltiplas permite ajustar os côncavos com uma abertura maior, manipulando os grãos com mais suavidade, reduzindo quebras e outros danos mecânicos, além de aumentar a qualidade e aproveitamento dos grãos.

O côncavo é disposto abaixo do rotor, e alguns trabalhos mostraram que a eficiência de separação do sistema rotor-côncavo pode chegar a 90%, mostrando ser melhor que o sistema convencional. Este sistema é demonstrado na Figura 5. (EMBRAPA, 2004)

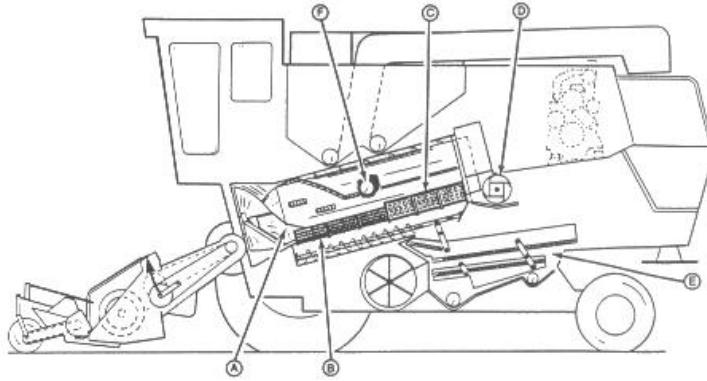


Figura 5 – Colhedora com sistema de trilha axial: A) rotor, B) côncavo de trilha, C) côncavo de separação, D) batedor, E) peneira de limpeza. Fonte: EMBRAPA, 2004

De acordo com Dallmeyer (2012) A John Deere oferece desde 2002 os modelos 9750 e 9650 denominados STS (*Single Tine Separator*) cujo principal diferencial é um rotor com diâmetros diferenciados, menor na secção de trilha e maior no segmento de separação. Esta característica melhora o fluxo de material, evitando os embuchamentos com excesso de palha, ou material úmido. Como auxiliar no processo de retirada da palha existe um cilindro batedor transversal posterior. Na parte de separação existem dedos longos, bem pronunciados que fazem a separação de grãos e palha, a palha é comprimida na parte inferior e solta na parte superior a cada volta que ela dá no rotor. Esta característica, exclusiva, lhe possibilita habilidade de manipulação de grandes quantidades de material com reduzidas perdas e alta qualidade de grãos limpos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos meses de março, abril e maio de 2014, período este que coincidiu com a colheita da safra 2013/2014 de arroz irrigado, com a variedade BR IRGA 424. As avaliações foram efetuadas na Granja Guará, localizada na BR 472, KM 600, município de Uruguaiana, estado do Rio Grande do Sul.

Os fatores avaliados foram três colhedoras equipadas com diferentes sistemas de trilha (radial, híbrido e axial) e cinco velocidades de deslocamento da colhedora ($V_1=1,0$ km/h ; $V_2= 1,5$ km/h; $V_3= 2,0$ km/h; $V_4= 2,5$ km/h e $V_5= 3,0$ km/h).

Tabela 1 – Colhedoras avaliadas com seus sistemas de corte e trilha

Modelo colhedora	Largura da plataforma	Sistema de trilha
1. John Deere SLC7200	4,8768m	Radial
2. New Holland TC5090	6,096m	Híbrido
3. John Deere STS9670	7,62m	Axial

As velocidades de deslocamento foram determinadas baseado na mínima e na máxima velocidade respectivamente, no qual a colhedora consegue desenvolver sem quedas acentuadas na rotação de trabalho para colheita do arroz irrigado. Cabe ressaltar que estas velocidades são comumente utilizadas na colheita do arroz irrigado pelos agricultores, sem considerar muitas vezes o sistema de trilha que equipa a colhedora.

Todas as avaliações foram feitas no mesmo talhão da lavoura, sendo uniforme com uma umidade média de 21%. As perdas foram determinadas por meio da coleta manual de todos os grãos contidos na palha trilhada que se encontravam dentro da armação de amostragem localizada na parte traseira da colhedora. Este sistema consistiu de uma lona enrolada a um cano PVC, a qual se prende no eixo traseiro da colhedora. Antes de iniciar a coleta da amostra, a máquina se deslocava até atingir a velocidade necessária juntamente com o fluxo de palha no sistema de trilha, a qual era avisada pelo condutor da colhedora com um sinal sonoro. Na Figura 6 observa-se a lona sendo aberta no terreno, e a Figura 7 apresenta a disposição da lona desenrolada na parte traseira da colhedora durante a coletadas amostras.



Figura 6 – Abertura da lona durante a determinação das perdas.

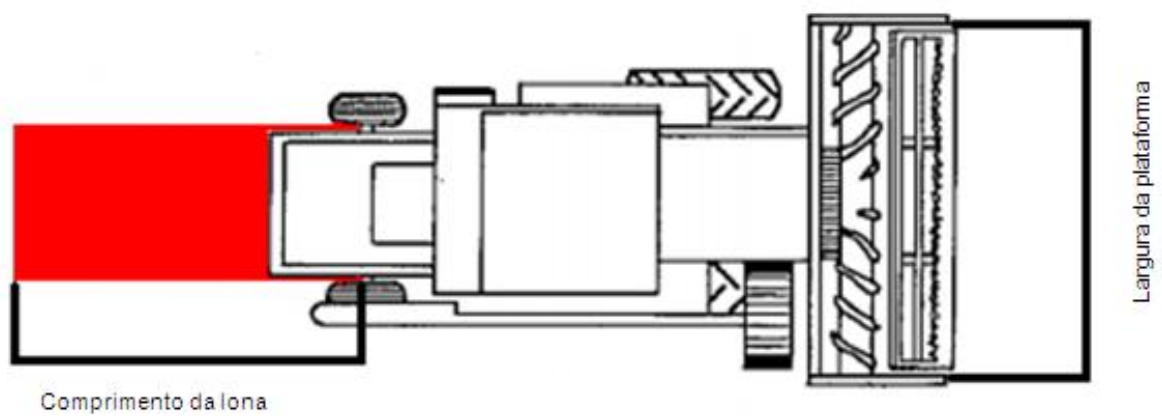


Figura 7 – Disposição da lona para coleta de amostra.

Coletava-se toda a palha juntamente com os grãos em um comprimento de 5m (Figura 8), no qual correspondia ao percurso, ou seja, o deslocamento da colhedora.



Figura 8–Distribuição da lona desenrolada com a coleta da palha (A,B).

Após a coleta dos grãos foi realizada a limpeza dos mesmos através do uso de peneiras de três diferentes malhas e ainda colocados em sopradores para retirada das impurezas restantes, resultando apenas em grãos limpos de arroz e, posteriormente determinada a umidade. Após os grãos foram pesados em balança de precisão, calculando as perdas referentes a cada velocidade nos seus respectivos sistemas de trilha.

Para determinação dos valores de perdas nas três colhedoras utilizadas no experimento, levando-se em consideração as diferentes larguras de plataforma foi utilizada a seguinte Equação:

$$P_{ST} = M_{\text{blocos}} \times ha \div (T_{\text{lona}} \times T_{\text{plataforma}})$$

Onde:

P_{ST} = Perdas do sistema de trilha em Kg ha^{-1}

M_{blocos} = Média dos blocos

ha = 10000m^2

T_{lona} = Comprimento da lona

$T_{\text{plataforma}}$ = Largura da plataforma de corte

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, arranjos em esquema bifatorial, sistema de trilha (fator A) x velocidade de deslocamento (fator B), com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de três colhedoras equipadas com diferentes sistemas de trilha (radial, híbrido e axial) e cinco velocidades de deslocamento da colhedora ($V_1=1,0$ km/h; $V_2= 1,5$ km/h; $V_3= 2,0$ km/h; $V_4= 2,5$ km/h e $V_5= 3,0$ km/h).

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de variância para determinação da interação entre os fatores (A x B). Aos efeitos principais dos fatores A e B procedeu-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. Para auxiliar na análise estatística utilizou-se o software livre ASSISTAT Versão 7.7 beta (2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação dos valores de perdas de grãos para as velocidades de deslocamento avaliadas para os respectivos sistemas de trilha como são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Perdas de grãos de arroz em Kg ha⁻¹ em função de diferentes velocidades de deslocamento e sistema de trilha

Velocidades (Km h ⁻¹)	Radial (Kg ha ⁻¹)	Híbrido (Kg ha ⁻¹)	Axial (Kg ha ⁻¹)
1,0	91,4500 aD	19,6833 bC	30,6233 bD
1,5	97,5433 aD	22,3067 bC	38,3233 bD
2,0	371,9633 aC	37,7300 cC	122,3967 bC
2,5	445,5100 aB	80,6000 cB	242,9567 bB
3,0	574,6234 aA	168,4167 cA	481,6300 bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem na linha e médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si para coluna pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Ao verificar através da análise dos tratamentos na Tabela 2, para variável velocidade, observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) para as médias avaliadas.

A colhedora com sistema de trilha radial demonstrou diferença para as diferentes velocidades, sendo que a colhedora obteve a maior média com a velocidade de 3,0 Km h⁻¹, com a quantidade de 574,6234(Kg ha⁻¹), evidenciando que para a cultivar utilizada BR IRGA 424, utilizando a maior velocidade em relação aos outros tratamentos, obteve a maior quantidade de perdas em Kg ha⁻¹ de grãos, não justificando a sua utilização. Também pode ser observado, que na velocidade de 2,0 Km h⁻¹ esse sistema se difere dos demais, com valores de perdas 464% superior quando comparado ao sistema híbrido e 298,7% em relação ao sistema axial. Já quando utilizava as velocidades de 1,0 Km h⁻¹ a 1,5 Km h⁻¹ obteve-se as menores médias de perdas, com 91,45 Kg ha⁻¹ e 97,5433Kg ha⁻¹, respectivamente, como observado na Figura 9.

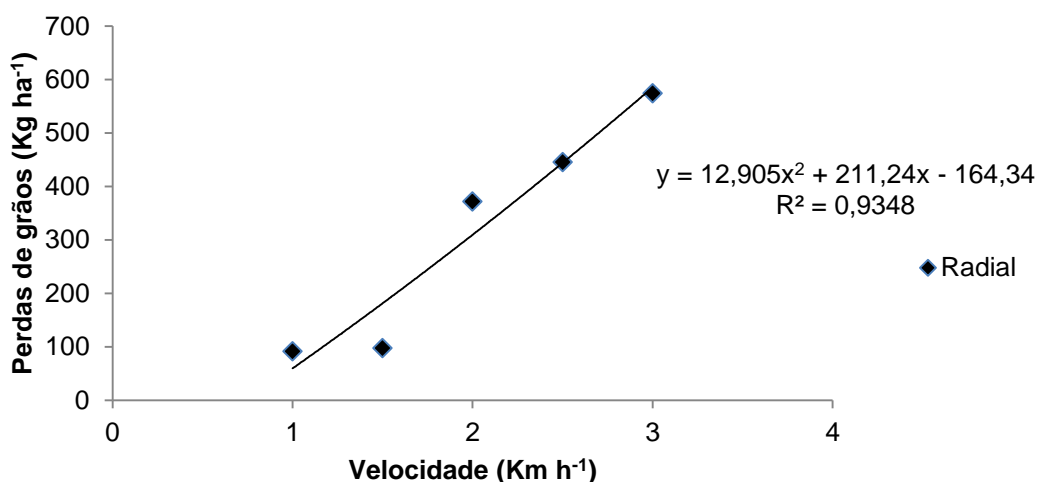


Figura 9 – Perdas em Kg ha⁻¹ decorrente do sistema de trilha radial em diferentes velocidades de deslocamento.

Acolhedora com sistema de trilha híbrido demonstrou diferença significativa ($P < 0,05$), para as diferentes velocidades, sendo que a colhedora obteve a maior média de perdas com a velocidade de 3,0 Km h⁻¹, com a valores na ordem de 168,4167 Kg ha⁻¹ apresentando um valor superior de perdas, na ordem de 52,20% (87,82 Kg ha⁻¹) quando comparado a velocidade de 2,5 Km h⁻¹. Quando utilizou as velocidades de 1,0 Km h⁻¹, 1,5 Km h⁻¹, e 2,0 Km h⁻¹ obteve-se as menores médias de perdas com 19,6833 Kg ha⁻¹, 22,3067 Kg ha⁻¹ e 37,73 Kg ha⁻¹, respectivamente. Quando compara-se estatisticamente essas velocidades, estas não apresentaram diferença significativa, mas quando se trabalha a capacidade operacional as diferenças em função do aumento da velocidade são extremamente relevantes, levando também em consideração que a colhedora em condições de lavoura não tem capacidade de desenvolver uma velocidade elevada, que em média é de até 2,5 Km h⁻¹.

Os valores de perdas de grãos para a colhedora com sistema de trilha híbrido são apresentados na Figura 10.

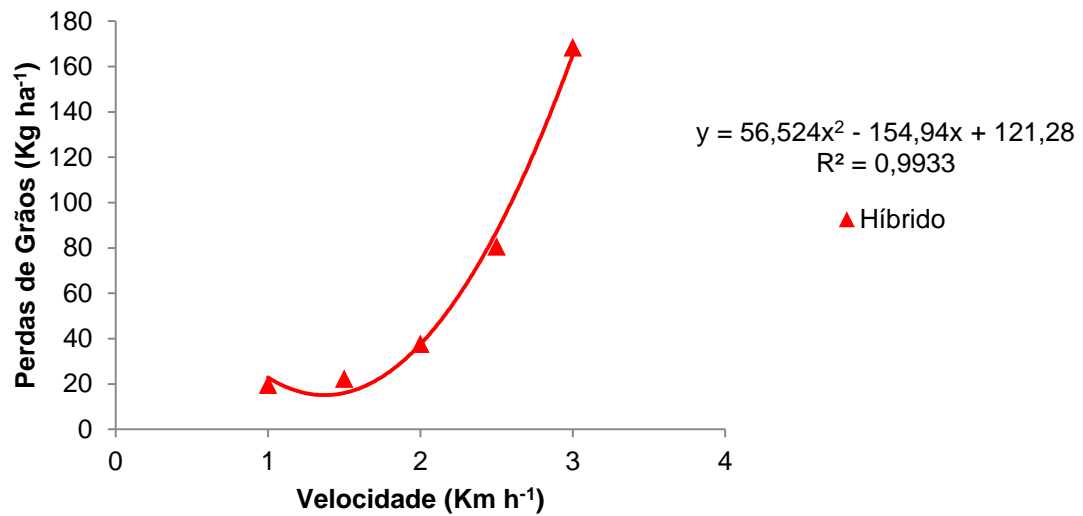


Figura 10 – Perdas em Kg ha⁻¹ decorrente do sistema de trilha híbrido em diferentes velocidades de deslocamento

A colhedora com sistema de trilha axial apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), para as diferentes velocidades exceto para 1,0 Km h⁻¹ e 1,5 Km h⁻¹. A maior velocidade, com 3,0 Km h⁻¹, originou como esperado a maior perda de grãos, com a quantidade de 481,63 Kg ha⁻¹. Quando utilizou as velocidades de 1,0 Km h⁻¹, 1,5 Km h⁻¹, e 2,0 Km h⁻¹ obteve-se as menores médias de perdas, com 30,6233 Kg ha⁻¹, 38,3233 Kg ha⁻¹ e 122,3967 Kg ha⁻¹, respectivamente, como verificado na Figura 11, embora essas velocidades proporcionem baixa capacidade operacional para uma máquina desse porte, por isso não recomendada. Ao analisar as diferenças nos valores de perdas em relação às velocidades de 2,5 Km h⁻¹ e 3,0 Km h⁻¹, esta última representa um valor de 49,62% (238,68 Kg ha⁻¹) superior a velocidade de 2,5 Km h⁻¹, sendo inclusive esta diferença superior ao próprio valor de perdas da velocidade de 2,0 Km h⁻¹.

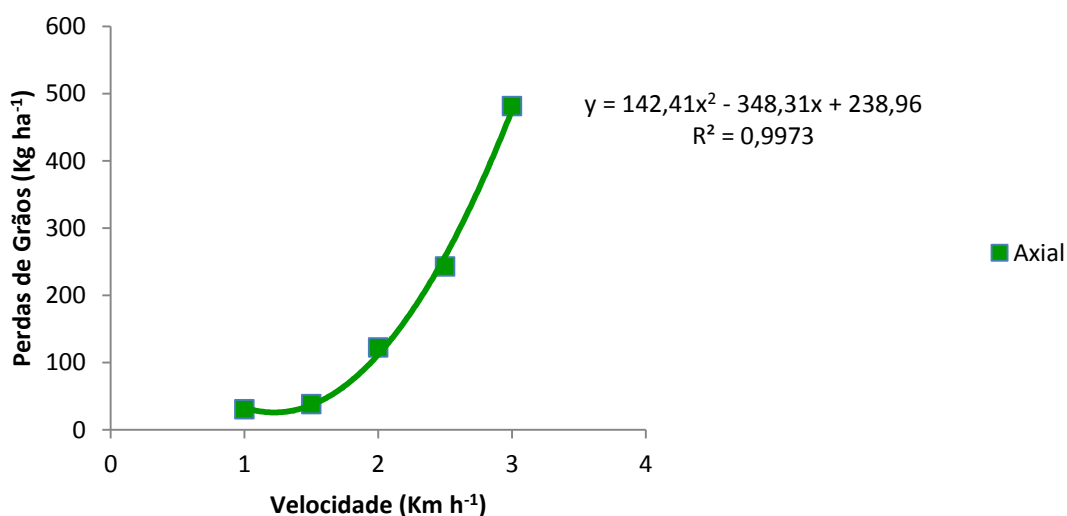


Figura 11 – Perdas em Kg ha⁻¹ decorrente do sistema de trilha com rotor axial em diferentes velocidades de deslocamento

Para a velocidade 1,0 Km h⁻¹ apenas a colhedora com sistema de trilha radial diferenciou significativamente ($P < 0,05$) das demais, apresentando maior média, com um valor de 91,4500 Kg ha⁻¹ onde a mesma ocasiona maior perda de grãos nessa velocidade. Na velocidade 1,5 Km h⁻¹ repetiu-se o mesmo comportamento que na velocidade 1,0 Km h⁻¹, onde houve apenas diferença significativa ($P < 0,05$) para a colhedora com sistema de trilha radial com uma média de perdas de grãos de 97,5433 Kg ha⁻¹. As colhedoras com sistema de trilha híbrido e axial não diferem entre si nas velocidades de 1,0 Km h⁻¹ e 1,5 Km h⁻¹, porém ainda apresentam médias de perdas menores que a colhedora com sistema de trilha radial.

Comparando as médias para a velocidade de 2,0 Km h⁻¹ a colhedora com sistema de trilha radial apresentou maior perda de grãos com um valor de 371,9633 Kg ha⁻¹, seguida pela colhedora com sistema de trilha axial com 122,3967 Kg ha⁻¹ e ainda a colhedora com sistema de trilha híbrido com a menor perda de grãos com 37,7300 Kg ha⁻¹. Para a velocidade 2,5 Km h⁻¹ o comportamento das médias foi semelhante ao obtido a 2,0 Km h⁻¹, onde as colhedoras com sistema de trilha radial, axial e híbrido apresentaram perdas nos valores de 445,5100 Kg ha⁻¹, 242,9567 Kg ha⁻¹ e 80,6000 Kg ha⁻¹ respectivamente.

A velocidade de 3,0 Km h⁻¹ foi a qual as colhedoras apresentaram um maior índice de perdas de grãos durante o processo de colheita, sendo que o comportamento das colhedoras não diferenciaram das duas velocidades anteriores,

porém as perdas foram relativamente maiores e mais significativas com valores de 574,6234 Kg ha⁻¹, 481,6300 Kg ha⁻¹ e 168,4167Kg ha⁻¹ para as colhedoras com sistema de trilha radial, axial e híbrido respectivamente.

As diferenças nas médias das colhedoras nas diferentes velocidades (Figura 12) são ocasionadas devido aos diferentes sistemas de trilhas das mesmas.

Cada sistema de trilha apresenta uma capacidade em função do fluxo de massa que entra em seus mecanismos interno, determinado pela velocidade de deslocamento. Velocidades maiores aumentam o fluxo interno sobrecarregando o sistema de trilha, separação e limpeza, porém pode ser observado através dos dados coletados que em determinado momento, ou seja, em determinada velocidade os valores aumentam de forma significativa. Nesse momento determina-se a velocidade ideal de deslocamento para cada mecanismo de trilha que equipam as colhedoras autopropelidas utilizadas na cultura do arroz irrigado.

A colhedora com sistema de trilha híbrido apresenta constituição do sistema de trilha convencional com sistema de rotor adaptado, o qual consiste em adaptar o sistema axial em uma colhedora radial, onde o mesmo apresentou um melhor desempenho, tendo menores valores de perdas e um comportamento de perdas mais constante, não apresentando picos de perdas como as colhedoras com sistema de trilha radial e axial.

Os valores de perdas de grãos em quilograma por hectare são apresentados na Figura 12.

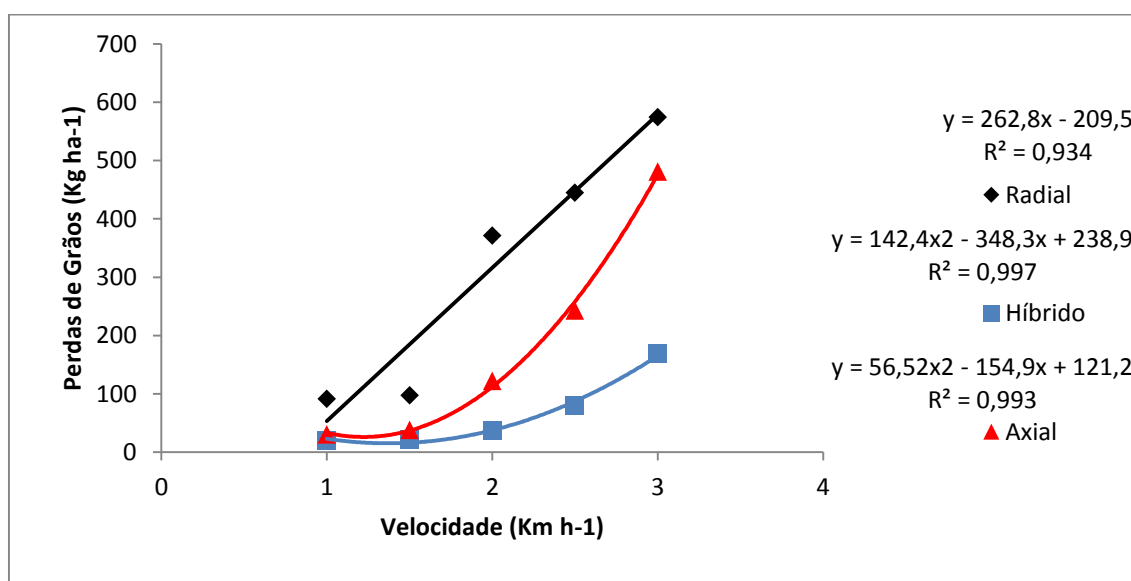


Figura 12: Perdas de Grãos em Kg ha⁻¹ das colhedoras em diferentes velocidades de deslocamento

Para a cultivar BR IRGA 424, nas condições de lavoura e umidade estudadas, as velocidades de deslocamento ideais de colheita para que ocorra menores perdas são de $1,0 \text{ Km h}^{-1}$ a $1,5 \text{ Km h}^{-1}$ para a colhedora com sistema de trilha radial, pelo sistema axial ser mais eficiente que o radial a colhedora com sistema de trilha axial pode desenvolver uma velocidade de $2,5 \text{ Km h}^{-1}$ tendo uma perda aceitável, a colhedora com sistema de trilha híbrido pode desenvolver uma velocidade maior podendo atingir $3,0 \text{ Km h}^{-1}$ tendo menores perdas que as demais, mostrando ser o sistema mais eficiente para cultivo nas condições estudadas, mesmo a colhedora com o sistema híbrido sendo mais eficiente, a mesma não pode desenvolver velocidades acima de $2,5 \text{ Km h}^{-1}$ devido aos problemas operacionais, como embuchar ou problemas mecânicos.

Em condições de colheita adversas, como em anos que ocorra muita chuva, a colhedora com o sistema de trilha axial devido a sua alta capacidade operacional, pode ter um grande desempenho, perdendo valores altos de Kg h^{-1} , porém compensando nas perdas naturais pelo arroz irrigado permanecer na lavoura.

4 CONCLUSÃO

Através do trabalho realizado foi possível determinar as velocidades ideais de deslocamento, comprovando a diferença dos sistemas de trilha. O sistema saca-palhas foi o que se mostrando o mais ineficiente. Em comparação a colhedora com o sistema híbrido desenvolveu-se mais eficientemente com maiores velocidades, comprovando que a colhedora é a que melhor se desenvolve nas condições estudadas, não descartando a colhedora com sistema de trilha axial que em anos de condições adversas, a mesma pode operar em velocidades mais elevadas, colhendo maiores quantidades de arroz irrigado em menos tempo. As velocidades ideais de deslocamento variam conforme o ano, cultivar e características da região, tendo que desenvolver mais estudos para a determinação de uma velocidade de deslocamento ideal.

5 REFERÊNCIAS

ARALDIL, P. F. et al. Eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.445-451, mar. 2013.

CANTRELL, R. Arroz: **Por que é tão essencial para a segurança e estabilidade global**. Perspectivas Econômicas, publicação eletrônica do Departamento de Estado dos Estados Unidos, v.7, n.2, p.22-25, 2002.

CUNHA, J. P. A. R.; ZANDBERGEN, H. P. **Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Brasil**. **Bioscience Journal**, v.23, p.61-66, 2007.

DALLMEYER, A. O moderno-antigo que se consolida no Brasil. **Revista A Granja**. Edição nº 720. 2012. Disponível em <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=1842>> Acesso em julho 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso - Colheita. **Sistema de Produção**, n.7. Setembro de 2006. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/colheita.htm>> Acesso em julho 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil. **Sistema de Produção**, n.3. Novembro de 2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/cap01.htm>> Acesso em julho 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins – Colheita. **Sistema de Produção**, n.3. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Perdas de Grãos na Colheita do Arroz. **Circular Técnica** n.24. Julho de 1990. Disponível em <http://www.cnpaf.embrapa.br/transferecia/informacoestecnicas/publicacoesonline/circular tecnica_24.pdf> Acesso em julho 2014.

FONSECA, J.R., Silva, J.G. da. **Colheita e pós colheita, Cultivo de arroz de terras altas**.2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/index.htm>> Acesso em Maio 2014.

HEIFFING, L. S.; CÂMARA, G. M. de S. Soja: Colheita e Perdas. **Série Produtor Rural**, Edição Especial, Piracicaba, 37p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Brasília, mar, 2014. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Comentarios/lspa_201403comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Comentarios/lspa_201403comentarios.pdf)> Acesso em julho de 2014.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Custo de produção de arroz irrigado no RS: Safra 09/10 safra 2009/2010**. 2010. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1293728428Custos_de_Producao.pdf>. Acesso em julho 2014.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Produtividades municipais - safra 2012/13**. 2013. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20131018151801produtividade_municipios_safra_12_13_final.pdf>. Acesso em maio 2014.

JOHN DEERE. **John Deere Apresentou 9670 Sts Com Nova Plataforma E Alta Produtividade Na Abertura Da Colheita Do Arroz**. Mar, 2012. Disponível em <http://www.deere.com.br/wps/dcom/pt_BR/our_company/news/press_releases/2012/mar/john_deere_9670_sts/john_deere_9670_sts.page> Acesso em julho 2014.

MASSEY FERGUSON. **Colheitadeiras Híbridas**. 2012. Disponível em <<http://www.massey.com.br/produtos/colheitadeiras/hibridas>> Acesso em julho 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Brasil Projeções do Agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília, abr, 2012. Disponível em:

<[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf)> . Acesso em julho 2014.

NEW HOLLAND AGRICULTURE. **New Holland TC, TC5090**. Nov, 2012. Disponível em

<<http://agriculture.newholland.com/br/pt/Products/Combine/TC/Documents/TC5090.pdf>> Acesso em julho 2014.

PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas qualitativas de grãos de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.14, n.1, p.69-81,2000.

QUEIROZ, E.F. et al. Recomendações técnicas para a colheita de soja. **Embrapa**, Londrina, 31p.1978.

No interior da axial. **Revista Rural**.n.150. ago, 2010. Disponível em <http://www.revistarural.com.br/edicoes/2010/Artigos/rev150_axiais.htm> Acesso em julho 2014.

SANTOS, A. G. F.; SANTOS, J. E. G. G. **Apostila de Máquinas Agrícolas**. UNESP, Bauru, 2001. Disponível em <<http://www.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf>> Acesso em julho 2014

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of TheAssistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2006. p.393-396.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **America Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVA, F. de A. S. e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. **Cancun: American Society of Agricultural Engineers**, 1996. p.294-298.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

SILVA J.G. da. 2004. Máquinas no arrozal. **Revista Cultivar Máquinas**n.28, p.6-9.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil. **XXIX REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ**. Gravatal, SC. 01 a 03 de agosto de 2012.

WEYMAR JR, L. C. N.; TILLMANN, C. A. C.; MENEGHETTI, V.; FRANCK, C. J.; CHIELLE, D. P.; CERONI, P. S. Determinação de perdas na colheita mecanizada de arroz irrigado - variedade IRGA 422. **XVIII CIC, XI ENPOS, I MOSTRA CIENTÍFICA**.