

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
– URI CAMPUS DE ERECHIM**

Alceni Santa Catarina

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DA
COLHEDORA SOBRE AS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO
TRIGO**

Erechim - RS

2013

Alceni Santa Catarina

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DA
COLHEDORA SOBRE AS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO
TRIGO**

Relatório de trabalho de conclusão de curso, apresentado à Disciplina de Trabalho de Graduação, como parte das exigências para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

Orientador: Prof. M.Sc. Jeferson Cunha da Rocha

Coorientador: Prof. M.Sc. Marcos Antonio Zambilio Palma

**Erechim-RS
2013**

Alceni Santa Catarina

**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DA
COLHEDORA SOBRE AS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO
TRIGO**

Relatório de trabalho de conclusão de curso, apresentado à Disciplina de Trabalho de Graduação, como parte das exigências para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. M.Sc Sergio Henrique Mosele
URI-Erechim

Prof. M.Sc. Suelen Cristina Vanzetto
URI-Erechim

Prof. M.Sc. Jeferson Cunha da Rocha
(Orientador)
URI-Erechim

Prof. M.Sc. Marcos Antonio Z. Palma
(Coorientador)
URI-Erechim

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. M.Sc. Jeferson Cunha da Rocha e ao Prof. M.Sc. Marcos Antonio Zambilio Palma, pelo apoio e a oportunidade em desenvolver esta atividade de pesquisa. Pessoas simples, dedicadas, de altíssima capacidade intelectual, caráter, ética e tranquilidade, verdadeiros educadores.

Aos meus pais e irmãos agradeço, pelo apoio, compreensão, ajuda, e, em especial, por todo carinho ao longo deste percurso.

RESUMO

A colheita é um dos últimos estágios da produção agrícola e requer um planejamento criterioso, para que não ocorram perdas que influenciem economicamente de forma significativa. Conforme alguns estudos, há influência da regulagem dos conjuntos mecânicos da colhedora sobre os índices de perdas na colheita de grãos, porém com uma adequada revisão das regulagens pode haver uma redução de aproximadamente 2% nas perdas ocasionadas somente pelo conjunto mecânico da colhedora. Buscando contribuir com os escassos estudos de perdas na colheita do trigo, foi realizado um estudo para conhecer e analisar as perdas na colheita mecanizada do trigo, na região de Erechim, utilizando uma colhedora convencional, ano 2012, operando com quatro velocidades de colheita usuais no deslocamento da máquina $3,5\text{km.h}^{-1}$; $4,5\text{km.h}^{-1}$; $5,5\text{km.h}^{-1}$ e $6,6\text{km.h}^{-1}$. Os resultados obtidos mostraram que há diferenças significativas nas perdas em função das velocidades, sendo $5,5\text{km.h}^{-1}$ a velocidade que apresentou as menores perdas mecânicas e totais, ocorridas na faixa de $0,32$ a $0,47\text{sc.ha}^{-1}$. As maiores perdas mecânicas e perdas totais ocorreram na maior velocidade testada de $6,5\text{km.h}^{-1}$.

Palavras chave: Colhedora, Velocidade, Trigo, Perdas.

ABSTRACT

The harvest is one of the last stages of agricultural production and requires careful planning, to prevent any losses that influence economically significantly. According to some studies, no influence of the adjustment of the mechanical assemblies of the harvester on the rate of losses in crop yield, but with a proper review of the settings can be a reduction of approximately 2% loss caused only by the mechanical assembly of the harvester. Seeking to contribute to the scarce studies harvesting losses of wheat, a study was conducted to identify and analyze the losses in combine harvesting wheat in the region of Erechim using a conventional harvester, year 2012, operating with four speeds in the usual harvest displacement machine 3.5 km.h⁻¹, 4.5 km.h⁻¹, 5.5 km.h⁻¹ and 6.6 km.h⁻¹. The results showed that there are significant differences in the losses due to the speeds being 5.5 km.h⁻¹ speed that had the lowest total and mechanical losses occurring in the range 0.32 to 0.47 sc.ha⁻¹. The biggest mechanical losses and total losses occurred at the highest speed tested of 6.5 km.h⁻¹.

Keywords: Harvester, Speed, Wheat, Losses.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 DESENVOLVIMENTO	11
2.1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1.1 Cultura do do trigo.	11
2.1.2 Perdas no momento da colheita	13
2.1.3 Colhedoras	17
2.1.3.1 Componentes de uma colhedora (MACHADO, 2007).....	19
2.1.3.1.1 Sistema de corte e recolhimento	20
2.1.3.1.2 Plataforma de corte ou segadora	20
2.1.3.1.3 Separador.	21
2.1.3.1.4 Molinete.....	21
2.1.3.1.5 Barra de corte	23
2.1.3.1.6 Transportador helicoidal transversal (caracol)	24
2.1.3.1.7 Canal alimentador	25
2.1.3.1.8 Sistema de trilha	25
2.1.3.1.9 Cilindro e côncavo.....	26
2.1.3.1.10 Coletor de pedras.....	27
2.1.3.1.11 Sistema de separação	28
2.1.3.1.12 Cilindro batedor traseiro e pente do côncavo	28
2.1.3.1.13 Saca palhas	29
2.1.3.1.14 Cortinas retardadoras.	30
2.1.3.1.15 Sistema de limpeza	30
2.1.3.1.16 Bandeirão	31
2.1.3.1.17 Peneira superior	37
2.1.3.1.18 Peneira inferior.....	20
2.1.3.1.19 Ventilador	35
2.1.3.1.20 Transporte e armazenagem de grãos	37
2.1.4 Perdas de trigo pós-colheita	35
2.1.4.1 Classificação das perdas	37
2.1.4.2 Como quantificar as perdas	35
2.1.4.2.1 Perdas naturais	35
2.1.4.2.2 Perdas na plataforma de colheita.....	37
2.1.4.2.3 Perda total da colhedora	35

2.2 METODOLOGIA	37
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
3 CONCLUSÕES	35
4 REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*), é uma planta da família das gramíneas, como o arroz e o milho. O grão de trigo é pequeno e seco, chegando a medir 6 mm de comprimento e possui variedades de ciclos precoces, intermediárias, tardias e muito tardias. Sua importância está ligada ao desenvolvimento da civilização e da agricultura moderna, sendo considerado um alimento sagrado por muitos povos. É um dos principais alimentos da humanidade, e ocupa cerca de 20% da área cultivada no mundo em diferentes regiões e climas.

A colheita é uma etapa importante no processo de produção de qualquer cultura, pois representa o momento da avaliação da safra quanto aos aspectos produtivos, qualitativos e econômicos. É nesse momento que ocorre a observação do desempenho da cultura frente à tecnologia empregada desde a implantação, até as adversidades climáticas ocorridas e ainda sob a perspectiva de mercado e da comercialização. No caso da cultura do trigo a hora do dia preferencial para colheita dependerá da umidade relativa do ar. Pela manhã e à noite, a umidade relativa é maior, influenciando a velocidade conveniente de deslocamento da máquina, a regulagem da distância entre o cilindro e o côncavo e da própria velocidade de rotação do cilindro. Após as 10 horas da manhã, em dias ensolarados, o micro ambiente da lavoura de trigo fica seco, com baixo teor de umidade e ideal para ser colhido.

Além da remoção dos grãos da lavoura, o objetivo da operação da colheita mecanizada é separar os grãos livres do palhicho, palha curta, poeira, materiais estranhos, o que ocorre no sistema de trilha da máquina. Durante esta operação os grãos limpos são conduzidos ao tanque graneleiro, a palha e a poeira são retiradas da máquina, mas nem sempre as regulagens e a operação destes conjuntos mecânicos conseguem atingir níveis toleráveis de eficiência, deixando novamente ao campo um produto de importante valor comercial e de grande importância social.

Assim, levando-se em consideração os aspectos sociais, econômicos, alimentares e de avanços na etapa da colheita mecanizada, frequentemente constata-se um grande interesse do triticultor em maximizar a produção e um paradoxal descaso em relação às perdas durante a colheita.

Caso não sejam observados procedimentos adequados relativos ao momento de iniciar a colheita, à conveniente regulagem da colheitadeira, à velocidade de deslocamento da máquina, aspectos do terreno, a topografia, a erosão, e ainda as condições da lavoura pela quantidade de plantas, época de semeadura e lavouras muito infestadas com plantas daninhas, e condições de clima, perdas substanciais podem ocorrer, superiores mesmo aos poucos ganhos conseguidos.

Estima-se que 80% das perdas na colheita do trigo ocorrem na plataforma da colhedora, por operação defeituosa do molinete ou da barra de corte. Aquelas atribuídas a problemas na trilha dificilmente ultrapassam 10% das perdas totais, decorrendo na maioria dos casos de inadequado fluxo de ar ou má regulagem do cilindro. São pouco conhecidas as perdas de trigo nas mais diferentes etapas de sua cadeia produtiva, e por este motivo este trabalho objetivou realizar um estudo de caso, em lavoura comercial, para analisar e quantificar as perdas na colheita mecanizada do trigo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Cultura do trigo

O trigo plantado no Brasil tem nome científico *Triticum aestivum*, L. Monocotyledonae, Gramínae. planta originária do Oriente Médio, cultivada há mais que 500 anos na Síria e de grande importância para povos babilônicos e egípcios. É um dos principais alimentos da humanidade, ocupa 20% da área cultivada no mundo, com produção em torno de 500 milhões de toneladas/ano. No Brasil sua produção concentra-se no Sul e Centro-Sul do país tendo como principais produtores os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo. Na Bahia não há cultivos organizados para produções comerciais, o Estado pode produzir trigo nas regiões Centro, Centro-Sul e Oeste conforme zoneamento para produção de trigo (SEAGRI, 2007). Os estados do Rio Grande do Sul e Paraná detêm 92,3% da área cultivada e 91,1% da produção nacional (CONAB, 2012).

Entre os principais países produtores estão: a União Europeia, China, Índia, Estados Unidos e Canadá. Entre as safras 1987/88 e 2009/10 a produtividade média do trigo no mundo teve crescimento de 1,55% a.a., sendo um fator importante para o crescimento da produção mundial ao longo dos anos (USDA, 2010).

No Brasil, há relatos que o cultivo do trigo tenha se iniciado em 1534, na antiga Capitania hereditária de São Vicente, começando a se expandir comercialmente a partir de 1940 (EMBRAPA, 2000).

Após a segunda guerra mundial o Ministério da Agricultura procurou incentivar o plantio do cereal com a criação, de duas Estações Experimentais – em Ponta Grossa, no Paraná, e em Veranópolis, no Rio Grande do Sul. contudo o estímulo do governo passou a ser mais efetivo depois da Segunda Guerra Mundial, quando surgiram as primeiras lavouras mecanizadas no estado do Rio Grande do Sul, ocorrendo a consolidação da cultura por volta de 1960, com a política de amparo à triticultura e à moagem de trigo (EMBRAPA, 2000).

No início, a Embrapa Trigo, procurou criar variedades adaptadas ao clima e solo da região Sul do Brasil. Mais tarde, objetivou aumentar a produtividade proporcionando um aumento de 700 quilos por hectare (kg/ha) para mais de 1.700 kg/há, com potencial de rendimento ultrapassando os 5 mil kg/ha e em campos experimentais já chegou a 8 mil kg/ha (EMBRAPA, 2000).

A disponibilidade interna de farinha de trigo é bem elevada, devido ao hábito brasileiro de alto consumo de pães, massas, bolos e biscoitos. Por possuir alto teor de carboidratos, é considerado alimento com elevado teor energético e uma das fontes nutricionais para a população, possuindo também considerável quantidade de proteínas (IBGE, 2005).

O trigo fornece cerca de 20% das calorias provenientes de alimentos consumidos pelo homem. O trigo é útil através de seus derivados imediatos farinhas (branca e integral) e trigoilho. Com as farinhas prepara-se diversos tipos de pão, macarrão, talharim, capeletes e raviólis, carne de trigo, café de trigo, canjicas, bolos, esfilhas, panquecas, pizzas e outras. Com o trigoilho prepara-se quibes, torta de quibe, tabule, outros. O farelo de trigo ou trigo integral pode ser adicionado diariamente a mingaus, sopas, outros proporcionam bom funcionamento do aparelho digestivo do homem prevenindo doenças do colón e reto, apendicites, problemas cardíacos, entre outros. O farelo de trigo é usado em ração de bovinos, suínos e aves; a palha do trigo pode ser devolvida ao solo (matéria orgânica), ou ser usada como cama para instalação de animais (SEAGRI, 2007).

Após 110 a 120 dias do plantio a colheita do trigo pode ocorrer desde que toda a planta possua coloração amarelada típica de palhas, a espiga começar a dobrar-se e os grãos tornam-se duros e resistentes à unha (SEAGRI, 2007).

A semente está madura, quando atinge o máximo de peso seco e vigor (maturação fisiológica), nesse ponto, o teor de umidade é elevado, não permitindo a operação de colheita, principalmente, quando, mecanizada. Por outro lado, a partir disso a qualidade do grão tende a decrescer, em função das condições ambientais e dos cuidados adotados durante e após a colheita. Por isso, é interessante colher o mais próximo possível quando tivermos a lavoura numa condição de mostrar o máximo de sementes maduras, a maturação dos grãos, em regra geral é baseado na seca total das plantas e quando os grãos e palha atingem a coloração característica do cultivar (IDO, et. al, 2004).

De acordo com Ido (et. al, 2004) normalmente os grãos estão com o teor de umidade muito próximo do desejado ao armazenamento entre 13 - 14%. Em relação a umidade dos grãos, para algumas culturas, para que sejam diminuídas as perdas (deiscência natural), colhe-se o produto com teor de umidade um pouco elevado, para depois completar-se a secagem para o armazenamento (soja, feijão, trigo,...). Outras culturas, por exemplo, o milho, os problemas da permanência a campo por um período maior, após ter alcançado o estágio de maturação é menos prejudicial, pela proteção dos grãos pelas palhas.

A colheita do trigo pode ser feita antecipadamente visando escapar de chuvas na maturação, para evitar o problema de germinação na espiga, desde que ocorra regulação nas colhedoras, (FRONZA, et. al, 2008).

2.1.2 Perdas no momento da colheita

Atualmente a colheita mecanizada de cereais passa por um intenso processo de modernização como a agricultura de precisão, os conjuntos eletrônicos, bem como o tamanho e a sofisticação das máquinas, nesse contexto a excelência de seleção e o gerenciamento da maquinaria são indispensáveis para o sucesso da colheita (SILVA, 2004).

A colheita é um dos últimos estágios da produção agrícola, de grande importância e requer um planejamento criterioso, para que os esforços desenvolvidos em todas as etapas da produção sejam compensados e não ocorram perdas que levem a um baixo rendimento econômico, que certamente é o momento mais importante da produção agrícola (IDO, et. al, 2004).

A época de colheita pode ser dividida em prematura quando a trilha é dificultada aumentando as perdas, colheita ótima quando a semente esta madura e colheita tardia quando a umidade é baixa, mas o fator climático passa a ser fundamental para o sucesso da operação (PORTELLA, 1999).

Na colheita perdem-se, em média, 5% de grãos de trigo, 12% de grãos de soja e mais de 15% de grãos de milho, cerca de 50% dessas perdas poderiam ser eliminadas, desde que fossem respeitadas as épocas de colheita e as colhedoras reguladas adequadamente (PORTELLA, 2000).

Uma das principais causas das perdas é a falta de preparo dos operadores e a utilização de máquinas desatualizadas para as condições atuais de produtividade (SCHANOSKI, et. al, 2011).

Geralmente, não é dada importância às perdas ocorridas durante a colheita, em função das características da cultura e da colhedora utilizada. Poucos são os que se preocupam com os grãos deixados sobre o solo, principalmente quando a lavoura apresenta uma produção elevada. Nestas condições as perdas são reduzidas apenas em termos comparativos ou percentuais, continuando altas em quantidade de grãos perdidos por unidade de área (ANDRES et. al, 2011).

Segundo Silva (2004), a colheita deve ser planejada, pois existem fatores que devem ser considerados como risco de perda mediante a ação de fatores climáticos, limitação imposta pela umidade de recebimento e limitação pela capacidade operacional, interferindo economicamente e qualitativamente na qualidade dos grãos.

A qualidade genética e industrial da cultura de trigo tem sido prejudicada em decorrência do processo de colheita e da época de colheita, principalmente na região sul, onde a primavera tende a ser chuvosa. Atrasando a colheita, aumentam as chances de doenças nos grãos e as perdas físicas também tendem a ser mais elevadas. Na colheita de grãos podem ocorrer perdas quantitativas expressivas. Perdas médias de 4,7%, sem regulagem, passaram para 3,0% com algumas regulagens básicas. Com 16% de umidade nos grãos a percentagem de perdas foi de 5,2%, baixando para 1,8% quando a umidade foi de 12 % por ocasião da colheita, ocorrendo perdas ainda na plataforma e nos mecanismos internos (trilha e separação) (PORTELLA, 2001).

Para o trigo é aconselhável iniciar a retirada da lavoura quando o grão possuir de 18% a 16% de umidade, para finalizar quando estiver entre 13% e 14 % de umidade, objetivando um melhor desempenho da colhedora. Em virtude de que quando o trigo for seco a quebra de grãos pelo mecanismo de trilha, separação e perdas por debulha na plataforma aumentam (PORTELLA, 1999).

Segundo Portella (2001), a interação acentuada entre nível de perda de grãos na colheita e teor de umidade no grão. Para diferentes teores de umidade, alguns ajustes devem ser efetuados na “regulagem básica” de uma colhedora. Dentre eles a abertura do cilindro/côncavo e a rotação do cilindro.

Em colheitas próximas a 16 % de umidade do grão, podem ser minoradas pela regulagem adequada da colhedora (PORTELLA, 2001).

A operação de colheita mecanizada de cereais normalmente é realizada sem que haja controle efetivo para que a variabilidade das perdas nesse processo fique dentro de padrões aceitáveis (TOLEDO, et.al, 2008). Elas podem ocorrer antes da colheita, decorrentes da colheita ser realizada fora de época; da ocorrência de chuvas em excesso, granizo e ventos, à debulha natural influenciada pela genética das cultivares, bem como ao ataque de pássaros, na época da colheita. Além disso, podem ocorrer perdas devido ao acamamento das plantas. Na plataforma da colhedora, considerado o local de maior perda de grãos na colheita, respondendo por até 85% do prejuízo. e como terceiro motivo das perdas, pode-se considerar os mecanismos internos da colhedora (ANDRES, et. al, 2011).

Ainda para Andres (et. al, 2011), o operador deve conduzir a colhedora, cortando de maneira a aproveitar toda a largura da barra de corte conforme as condições da cultura. A velocidade de avanço da máquina deve ser mais lenta em culturas mais espessas, com presença de plantas daninhas, quando as condições de trilha e a limpeza do material são mais difíceis. E em baixa densidade de plantas dificulta o trabalho da plataforma, fazendo com que as plantas deixem de ser recolhidas pelo molinete, perdendo grãos.

Para Ferreira (et. al, 2007), os fatores velocidade de deslocamento e folga entre o cilindro e o côncavo, afetaram as perdas totais e ocorreram maiores perdas totais para a menor velocidade, observando ainda que não ocorreram diferenças significativas para as perdas na plataforma, em função da velocidade de colheita, contudo ocorrendo menor perda com a maior velocidade, encontrando como média de perdas na plataforma o valor de 74,6%. Diferindo de Mesquita (et. al, 2001), que estudando o perfil da colheita mecânica da soja no Brasil, afirmaram que com o aumento da velocidade de colheita ocorre aumento nas perdas, tornando-se mais expressivas em velocidades superiores.

As perdas no sistema de limpeza aumentam as perdas totais, no entanto a regulagem, treinamento do operador e estado de conservação da colhedora são importantes para minimizar as perdas, indiferente do ano de fabricação das colhedoras (MAGALHÃES, et. al, 2009).

A má regulagem das colheitadeiras e a velocidade de deslocamento incorreta estão entre as principais causas das perdas de grãos. Geralmente, cerca de 80% das perdas ocorrem na plataforma de corte (COSTA, et. al, 1995).

Para Portella (1999) as perdas na colheita podem estar acontecendo por ajustes incorretos, de manutenção ou de conservação inadequadas da colhedora e podem ser reduzidas com ações como em lavouras com excesso de plantas daninhas reduzir a velocidade de avanço e/ou realizar um corte mais alto, de modo a diminuir a quantidade de material verde que entra na colhedora. Ou onde houver produto caído reduzir a velocidade de avanço e baixar a altura do corte. Para trigo, recomenda-se usar os levantadores de cereais, na plataforma de corte e ao iniciar a colheita, operar com uma velocidade baixa, para sentir e dominar as funções da colhedora, aumentando gradualmente a velocidade, sempre verificando os resultados, até encontrar a mais adequada. Para trigo, essa velocidade situa-se entre 3 e 5 km\hora.

Segundo Campos, (et. al, 2005) a velocidade de deslocamento não influenciou nas perdas de grãos se o coeficiente de variação encontrado na determinação de perdas em condições de campo for elevado.

A velocidade de deslocamento e a rotação do cilindro de trilha são fatores da regulagem promovida pelo operador, sendo um fator decisivo para a redução ou aumento das perdas. No caso de colhedoras alugadas as perdas ficam em torno de 108,9%, enquanto que para colhedoras próprias apresentam perdas 34% superiores ao nível aceitável, explicado pelo maior cuidado exigido pelo proprietário na condução da colheita, enquanto, nas máquinas terceirizadas, não se registram os mesmos cuidados (CAMPOS, et. al, 2005).

Para uma boa redução nas perdas da colheita mecanizada de grãos, é necessário o conhecimento da origem dessas perdas, sejam elas quantitativas ou qualitativas (PINHEIRO NETO, et. al, 1999).

Segundo Silva (et. al, 2005), a pesquisa de campo procede à observação de fatos e fenômenos exatamente como ocorrem no real, à coleta de dados referentes aos mesmos e, finalmente, à análise e interpretação desses dados, com base numa fundamentação teórica consistente, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado.

Assim, os grãos deixados no campo são perdas, enquanto que as sementes recolhidas é receita. Para produzi-las, o agricultor pagou por todas, portanto quanto

mais for recolhida, maior será o rendimento da lavoura e conseqüentemente, o lucro (IDO, et al, 2004).

2.1.3 Colhedoras

Nos primórdios da agricultura, toda a operação de colheita era realizada manualmente. A operação de colheita manual, da mesma forma que os demais processos manuais, é de baixa capacidade operacional e viável economicamente apenas em pequenas propriedades, onde a finalidade principal da produção é subsistência do agricultor e sua família (SANTOS FILHO, et. al, 2001).

Com o aumento das populações e a necessidade de se produzir mais alimentos, com um número de pessoas empregadas na agricultura cada vez menor, as operações de colheita começaram a ser mecanizadas (SANTOS FILHO, et. al, 2001).

Os sistemas de produção agrícola se caracterizam por uma sequencia ordenada de atividades. A colheita é a ultima operação desempenhada, podendo ser realizada manualmente, semi-mecanizado e mecanizado. A colheita mecanizada envolve as etapas de corte alimentação, trilha, separação e limpeza (SILVA, 2004).

De acordo com Ido (et. al, 2004) na colheita mecanizada as operações de corte, trilha, separação da palha e pré limpeza, são efetuadas de uma só vez. As máquinas utilizadas nesse processo, são providas de mecanismos que permitem a realização dessas operações simultaneamente, denominadas ceifatrilha-automotriz ou colhedoras combinadas.

A primeira colhedora de cereais foi construída em Michigan, EUA, em 1836, por Moore e Hascaii, sendo utilizada com sucesso somente em 1854, na Califórnia, iniciando a produção em escala somente em 1880 no referido Estado (SANTOS FILHO, et. al, 2001).

Conforme Santos Filho (et. al, 2001) as colhedoras podem ser classificadas em automotrizes (máquinas autopropelidas que realizam todas as operações necessárias à colheita), montadas (dependem de um trator agrícola para a realização de suas funções) e de arrasto (possuem um motor a auxiliar

independente ou são acionadas pela tomada de potência através da barra de tração de um trator).

A capacidade de trabalho de uma colhedora é dada pela largura do cilindro trilhador. Quanto mais largo for o cilindro, maiores serão os saca-palhas, as peneiras, os sem-fins e outros elementos, permitindo também maior largura de corte. Assim, a potência do motor terá de estar compatibilizada com a largura do cilindro. Também, quanto maior o cilindro e mais potente o motor, maior será a quantidade de material que a colhedora pode processar por unidade de tempo (ANDRES, et. al, 2011).

As colhedoras podem ser classificadas quanto a vazão máxima na qual a máquina pode operar, a partir deste ponto começam a ocorrer perdas inadmissíveis, a colhedora de baixa vazão colhe de 2 a 2,5 kg.s⁻¹ de produto, a de media vazão colhe de 3,5 a 4,5 kg.s⁻¹ com potencia motora de 30 a 45 kw e a de alta vazão acima de 6 kg.s⁻¹ com potencia motora igual ou superior a 67 kw (MORAES, et al, 2005).

As colhedoras auto propelidas são formadas de mecanismos inter-relacionados, apresentando uma variedade de componentes, que estão diretamente relacionados com a velocidade de trabalho, pois uma velocidade elevada pode dificultar o manejo do operador podendo acarretar em erros ou perdas, enquanto que em velocidades baixas reduz a capacidade de trabalho e também pode aumentar as perdas de grãos por falta de ação trilhadora ou por excesso de ventilação sobre a massa de grãos (PORTELLA, 1999).

O uso das máquinas varia com as condições da propriedade – tamanho da área cultivada e condições financeiras do produtor. De todas as máquinas as mais completas e eficientes, são as combinadas, que além da facilidade das operações servem para colher varias espécies – gramíneas, leguminosas, oleaginosas, etc. Para efetivação do uso das colhedoras automotriz, há necessidade de algumas condições mínimas de trabalho, para o perfeito funcionamento e economicidade, os terrenos tem que apresentar boas condições de topografia e umidade; os campos devem estar limpos – livres de tocos ou pedras; as plantas devem estar maduras (secas); as áreas devem ser mais ou menos grandes (economicidade), bem como, para trabalharem dentro de um nível de perdas compatível, as máquinas devem estar bem reguladas e em perfeito funcionamento mecânico (IDO, et. al, 2004).

Ainda conforme Ido (et. al, 2004) para um bom funcionamento das colhedoras, são necessárias regulagens básicas: do molinete (altura e velocidade);

regulagem da velocidade do cilindro batedor; regulagem do sistema de separação (bandejas); regulagem do sistema de limpeza (ar e peneiras); regulagem da distancia entre o cilindro e o côncavo.

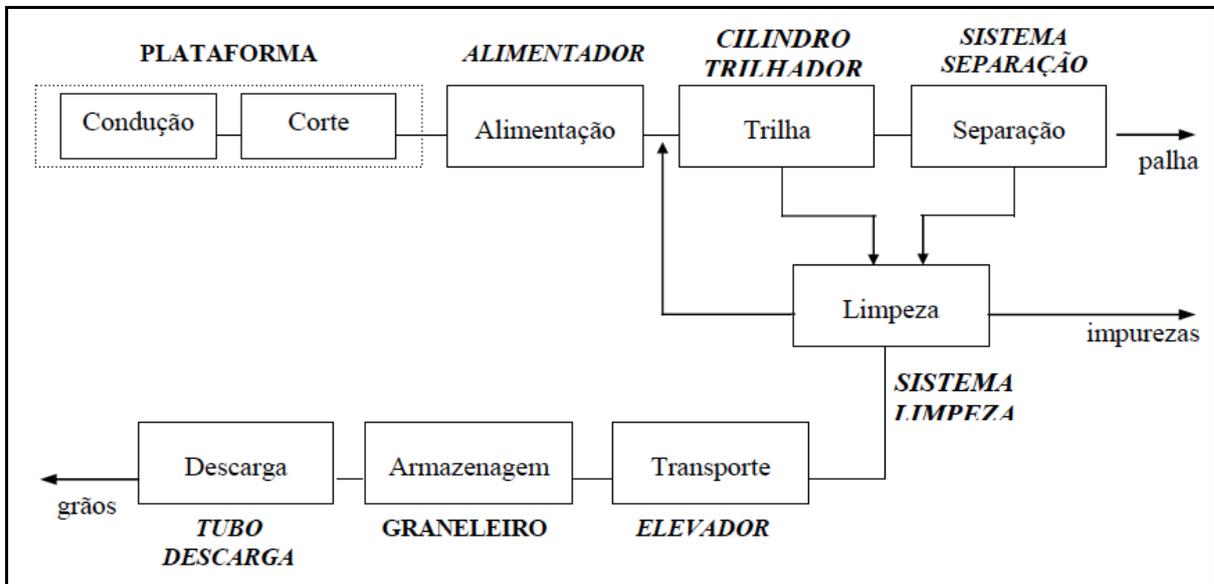


Figura 1: Fluxograma das etapas em uma colhedora de cereais.
Fonte: Silva (2004).

2.1.3.1 Componentes de uma colhedora (MACHADO, 2007).

Os principais componentes de uma colhedora são:

- sistema de corte e recolhimento;
- sistema de trilha;
- sistema de separação;
- sistema de limpeza;
- sistema de transporte e armazenamento

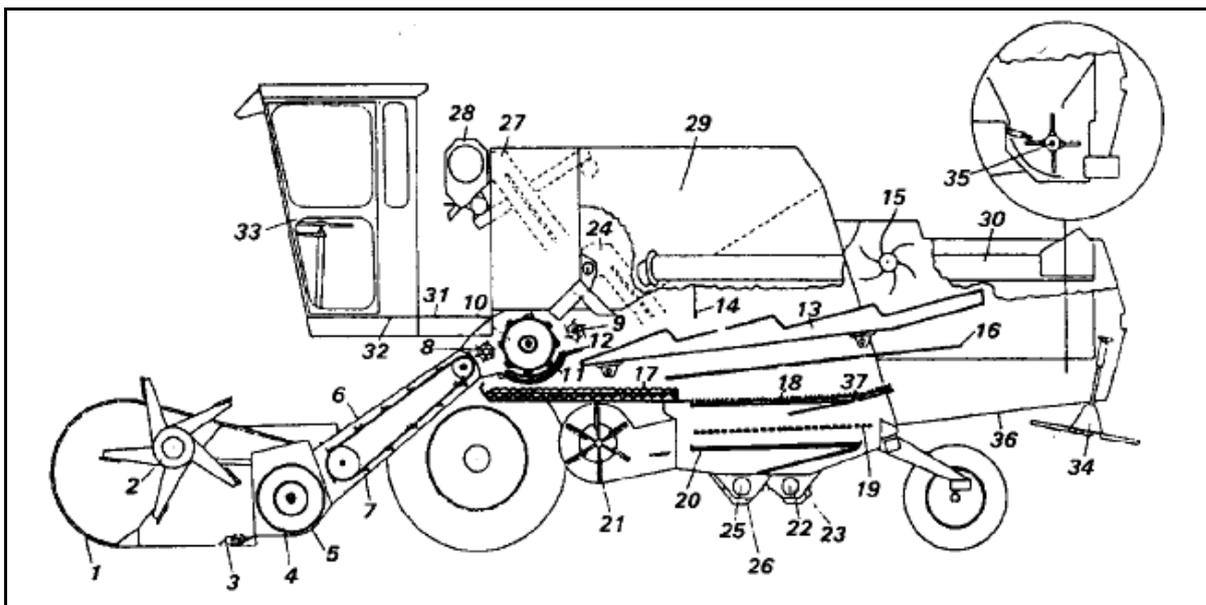


Figura 2: Partes principais de uma colhedora de trigo. 1. Separador, 2. Molinete, 3. Barra de corte, 4. Conductor helicoidal, 5. Calha do conductor helicoidal, 6. Esteira transportadora, 7. Talistas, 8. Batedor alimentador, 9. Batedor espalhador, 10. Cilindro trilhador, 11. Côncavo, 12. Prolongação do côncavo, 13. Sacas-palhas.

Fonte: Portella (1999).

2.1.3.1.1 Sistema de corte e recolhimento

Dependendo da cultura a ser colhida, o sistema de corte e recolhimento pode ser de dois tipos principais, que são: plataforma de corte e plataforma recolhedora (MORAES, et. al, 2005).

2.1.3.1.2 Plataforma de corte ou segadora

A plataforma de corte conforme Portella (1999) é responsável pelo corte e recolhimento do cereal no campo, levando a cultura até a unidade de trilha (SANTOS, 2010).

Conforme Santos (2010) as plataformas de corte podem ser do tipo rígidas ou flexíveis. Na plataforma rígida, a barra de corte é fixa, não apresenta movimento relativo ao longo de seu comprimento. A plataforma flexível permite que a barra de

corte possa acompanhar as pequenas oscilações e depressões da superfície do solo, evitando perdas em culturas onde os grãos se localizam nas partes mais baixas da planta. A barra de corte rígida é indicada para culturas com inserção de vagens/grãos mais alta (arroz), enquanto que as flexíveis são indicadas para inserção de vagens/grãos baixa (soja) (MORAES, et. al, 2005).

Há, também, plataformas que possuem um sistema de flutuação lateral. Essas plataformas acompanham lateralmente a inclinação do terreno apresentando movimento angular de 5° para cada lado (SANTOS, 2010).

Na plataforma de corte os elementos principais são os separadores, molinete, barra de corte e condutor helicoidal (FILHO, et. al, 2005).

2.1.3.1.3 Separador

Os separadores estão localizados nas extremidades laterais da plataforma, são importantes em culturas acamadas, entrelaçadas ou com excesso de ervas daninhas, pois separam a faixa a ser cortada, evitando perdas na operação de corte (BALASTREIRE, 2005).

2.1.3.1.4 Molinete

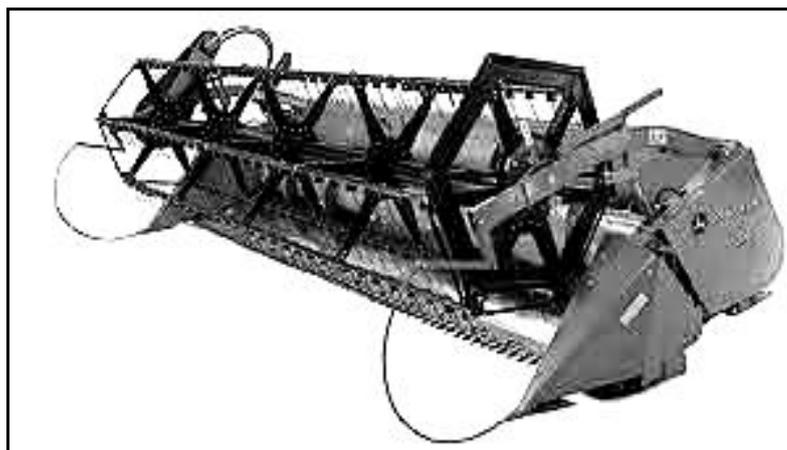


Figura 3: Molinete.
Fonte: Fernandes (2010).

O molinete tem a função de recolher as plantas e conduzi-las até as navalhas da barra de corte. Possui regulagens de inclinação dos dentes, posição do molinete e velocidade angular (PORTELLA, 1999). O molinete é construído por três ou quatro flanges verticais, onde estão fixadas seis barras horizontais com dentes de molas reguláveis. Possui um rotor seguidor para fazer com que todas as barras girem juntas e mantenham os dentes na posição requerida. O molinete é movido pelo seu eixo central (BALASTREIRE, 2005).

Conforme Portella (1999), a posição do molinete pode ser horizontal, ficando deslocado de 15 a 20cm da barra de corte em lavoura de trigo com altura normal, adiantando-se ou retraindo o molinete se a planta for mais alta ou menor, respectivamente. Na posição vertical a ponta dos dentes deve ser ajustada para que fique de 5 a 10 cm abaixo da espiga mais baixa, dependendo na altura e acamamento do trigo os dentes devem ficar levemente inclinados ou inclinados para trás com o molinete em uma posição próxima a plataforma.

Para Portella (1999) a velocidade de rotação ideal do molinete permite obter um segundo ponto de apoio da planta na colheita e colocação uniforme do material cortado no sem fim de alimentação evitando o excesso de plantas e a debulha.

Para Moraes (et. al, 2005) a velocidade angular do molinete deve ser de 25% a 50% superior a velocidade de deslocamento da colhedora. Em culturas que apresentam porte produtividade normais o índice de velocidade do molinete deve ficar entre 1,15 e 1,25, lavoura alta a densa 1 e baixa a rala 1,35; pois inferior há risco de tombamento da cultura à frente da barra de corte e superior pode provocar perdas por debulhamento. O índice de velocidade do molinete pode ser calculado pelas equações:

$$IVM = \frac{Vt}{Va} \quad \text{e} \quad Vt = WxRx 0,10467$$

Onde:

IVM-índice de velocidade do molinete;

Vt- velocidade tangencial do molinete (m.s⁻¹);

Va- velocidade de avanço da maquina (m.s⁻¹);

W- velocidade angular do molinete (rpm);

R- rotação.

2.1.3.1.5 Barra de corte

Para Balastreire (2005), a barra de corte é constituída pela faca, guardas, placas de apoio, placas de desgaste, grampos e barra-guia.

A faca é formada pelas barras pela barra onde serão rebitadas as secções, possuindo na extremidade uma rotula esférica com a biela, recebendo o movimento alternativo de um volante com uma manivela. As secções da faca são triangulares com bases retangulares para uma secção se apoiar ao lado da outra, as facas devem ser bem afiadas para executar bom trabalho de corte e evitar o aumento de força para tracionar a barra (BALASTREIRE, 2005).

As guardas são apontadas na frente, destinadas a separar e guiar os caules das plantas que serão cortados pelas secções da faca (BALASTREIRE, 2005).

A placa de apoio serve de apoio ao material que será cortado pela faca, as secções da faca se movimentam sobre o topo da placa de apoio e produzem ação cisalhante como acontece em tesouras (BALASTREIRE, 2005).

As placas de desgaste são localizadas na parte posterior da barra de corte mantendo as pontas de cada secção de corte abaixadas em relação a placa de apoio, são colocadas a intervalos regulares, fixadas por dois parafusos que fixam também duas guardas a barra de corte. Devem ser trocadas quando a faca se inclina para trás e as pontas das secções não tocam mais a placa de apoio (BALASTREIRE, 2005).

Os grampos de fixação auxiliam a manter a faca em seu lugar e impedem que a mesma pule fora da sua ranhura (BALASTREIRE, 2005).

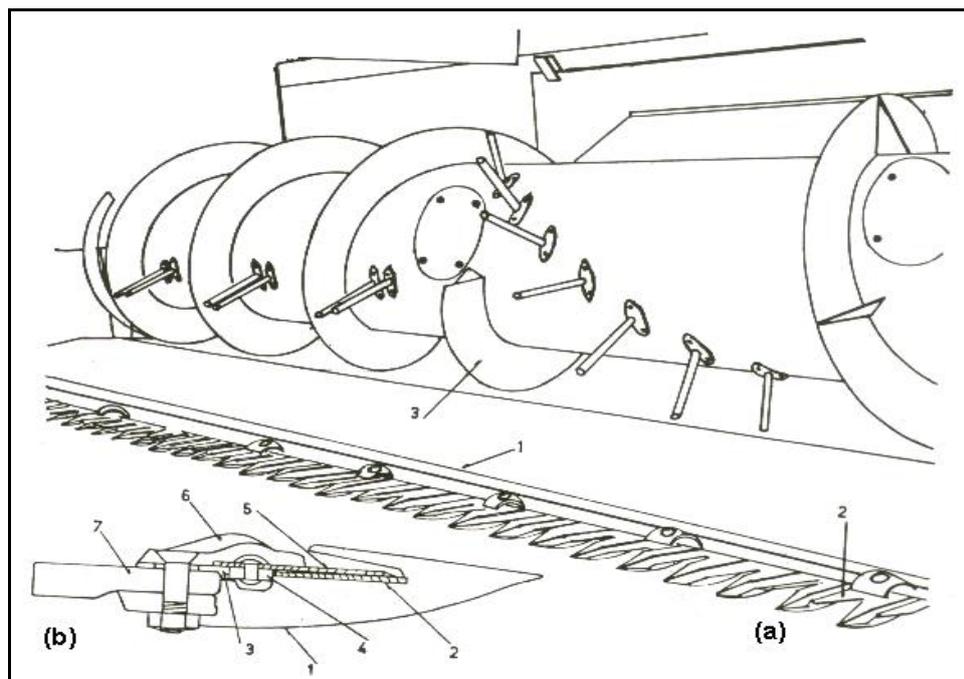


Figura 4: Barra de corte de uma colhedora: **a)** vista geral de uma barra de corte: 1) barra; 2) faca; 3) condutor helicoidal; **b)** detalhe de construção da barra: 1) guarda; 2) placa de apoio; 3) placa de desgaste; 4) barra da faca; 5) seção da faca; 6) grampo; 7) barra de suporte.
Fonte: Balastreire (2005).

2.1.3.1.6 Transportador helicoidal transversal (caracol)

O condutor helicoidal é constituído por um cilindro com comprimento equivalente a largura da barra de corte, composto de duas secções laterais dispostas de flanges helicoidais, conduzindo o material para o centro do condutor e a seção central constituída de dedos retrateis reguláveis para o controle da quantidade de material a ser alimentado (BALASTREIRE, 2005).

Em lavouras de trigo geralmente o espaço utilizado entre a plataforma e a rosca sem fim é de cerca de 8 a 15 mm (PORTELLA, 1999).

O acionamento do molinete e condutor helicoidal é feito através de polias e correias (BALASTREIRE, 2005).

2.1.3.1.7 Canal alimentador

O canal alimentador apresenta duas funções a de transportar o material da plataforma de corte ate a unidade de trilha e interligar a plataforma. O transporte é realizado por meio de uma esteira alimentadora constituída de três correntes interligadas por travessas em forma de “U” ou “L”, abrangendo todo o canal alimentador. O canal alimentador e a plataforma são interligados por um sistema de engate rápido (MORAES, et. al, 2005).



Figura 4: Esteira alimentadora.
Fonte: Balastreire (2005).

2.1.3.1.8 Sistema de trilha

No sistema de trilha ocorre a remoção dos grãos de suas espigas, onde cerca de 70% dos grãos são separados de suas espigas, sendo o sistema principal para o bom funcionamento das outras atividades da maquina. Ela é executada por

batidas ou fricção (cilindro e côncavo), onde o cereal passa por entre ele e o côncavo, realizando a separação dos grãos da espiga (PORTELLA, 1999).

Os mecanismos de trilha são de três tipos: cilindro de dentes e côncavo (utilizado nas colhedoras de arroz), cilindro de barras (utilizado para as demais culturas), côncavo e cilindro axial (dentes dispostos helicoidalmente sobre a superfície do cilindro) (FILHO, et. al, 2005).

2.1.3.1.9 Cilindro e côncavo

Segundo Portella (1999) o cilindro funciona como um volante tolerando os esforços causados pela trilha sem perde a rotação. Eles podem ser de três tipos:

- De dentes ou dedos (cilindro americano):a ação é proporcionada pela passagem dos dedos do cilindro entre os dedos do côncavo produzindo a debulha por fricção.

- De barras: mais utilizado para trigo, composto por 6 ou 8 barras de aço que apresentam forma arredondada externamente com estrias oblíquas;

- Fluxo axial: a colheita chega ao cilindro desde o transportador e é aspirada pela cavidade existente e as grelhas por onde caem os grãos, tendo principal vantagem diminuir o comprimento da colhedora e a trilha e separação se processam com a metade de tempo.

A abertura entre o cilindro e o côncavo e efetuada de forma elétrica, mecânica ou hidráulica, com recomendação de abertura para colheita de trigo seco de 20mm na frente e 15mm atrás e trigo úmido de 10mm na frente e 7 mm atrás, pelo fato de que a entrada possui uma concentração maior de produto que diminui conforme os grãos vão passando através do côncavo, devendo a abertura e velocidade do côncavo ser reguladas conjuntamente para que não ocorra e excesso de trilha(rotação elevada do cilindro e pouco espaçamento entre cilindro e côncavo) ou falta de trilha(rotação baixa do cilindro ou abertura ampla do cilindro e o côncavo) (PORTELLA, 1999).

A condição de germinação e do grão é melhor nas menores rotações do cilindro, nas umidades entre 16% e 20% e folga de 6mm entre o cilindro e o côncavo. Essa poderia ser considerada uma regulagem básica durante a passagem

do grão por esses níveis de umidade, assim as colhedoras possuem capacidade para trilhar, contudo as perdas de cilindro aumentam à medida que o teor de umidade no grão é maior (PORTELLA, 1999)

A regulagem do côncavo pode ser de forma mecânica, elétrica ou hidráulica (PORTELLA, 1999).

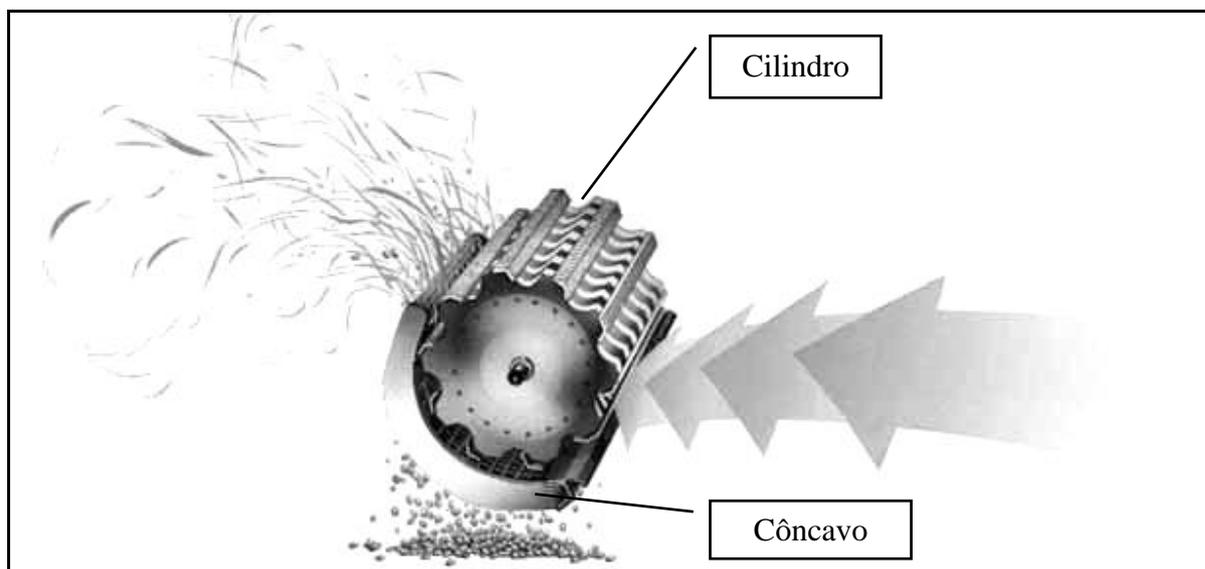


Figura 5: Cilindro e côncavo.
Fonte: Fernandes (2010).

2.1.3.1.10 Coletor de pedras

O coletor de pedras é um dispositivo de segurança que evita a entrada de pedras e outros materiais pesados na unidade de trilha intencionando a evitar danos nesse sistema, por reter esses materiais. É composto de uma calha posicionada antes do côncavo, abrangendo toda a sua largura (MORAES, at. al, 2005).

Em trilha difícil deve-se reduzir a abertura entre o côncavo e o cilindro, quanto maior for o espaçamento maior a sobre carga na parte traseira do côncavo, impedindo que os grãos sejam separados da palha, caindo no saca palhas e sobrecarregando-o (PORTELLA, 1999).

2.1.3.1.11 Sistema de separação

O material trilhado é conduzido a área de separação, composta por defletor rotativo (batedor traseiro) que executa segunda batida na palha contra o pente de côncavo, deslocando para o saca palhas onde o trabalho é concluído, resultando nos grãos trilhados e separados da palha, grãos trilhados junto com a palha e grão não trilhados (PORTELLA, 1999).

O grão trilhado e separado da palha passa através do côncavo, caindo no peneirão e segue para o sistema de limpeza através da movimentação do peneirão, enquanto que o grão trilhado que permanece junto com a palha é jogado pelo batedor para cima do saca palhas, que através de movimento oscilatório desliza o produto pela calha seguindo para o sistema de limpeza. O grão não trilhado cai no côncavo e de seu pente sobre o peneirão para o sistema de limpeza (PORTELLA, 1999).

Assim, para Filho (et. al, 2005), os mecanismos de separação agem na separação de grãos debulhados, palha triturada e grãos não-debulhados. É feita em três lugares diferentes: na grelha formada pela barras do côncavo, na grelha sob o cilindro batedor ,no saca palhas e para Mesquita, (et. al, 1998) nas cortinas retardadoras.

2.1.3.1.12 Cilindro batedor traseiro e pente do côncavo

Logo depois de sair da trilha através da abertura posterior existente entre o cilindro e o côncavo o material cortado é conduzido ao cilindro batedor traseiro que o direciona ao pente do côncavo e ao saca palhas. O pente é formado por dentes de arame espaçados entre si de forma a não permitir a passagem da palha grossa. Assim, esses dois sistemas tem a função de proporcionar a separação extra dos grãos e distribuir uniformemente o material trilhado sobre o saca palhas (MORAES, at. al, 2005).

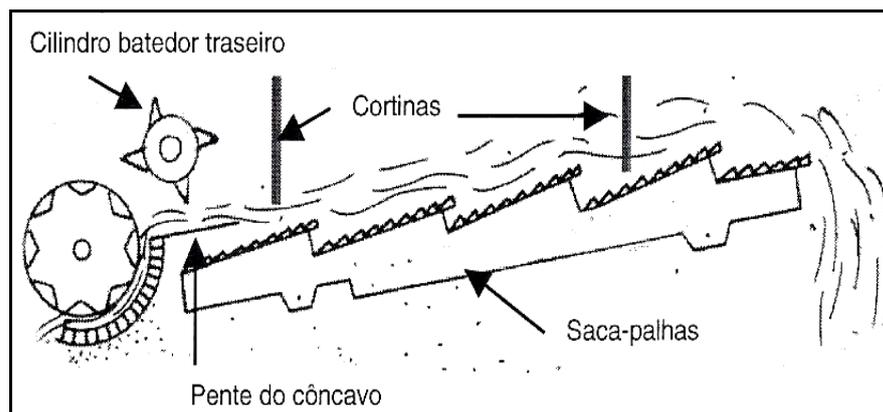


Figura 6: Cilindro batedor traseiro e pente do côncavo.
Fonte: Moraes (et. al, 2005).

2.1.3.1.13 Saca palhas

O saca palhas é um mecanismo de separação constituído de três a cinco secções, constituídas de duas laterais de chapa cortada em forma de dente de serra voltados para a parte traseira da máquina, com o fundo de cada chapa constituído de pequenos retângulos de chapa, cujas bordas são recortadas e se sobrepõem uma as outras idênticas a escamas (BALASTREIRE, 2005). Os grãos soltos caem, através das aberturas das grelhas do saca-palhas e escoam para o bandeirão. A palha continua sendo lançada para trás do saca palhas, até alcançar a parte traseira da colhedora e cair ao solo (MESQUITA, et.al, 1998).

Sua finalidade é separar cerca de 30% dos grãos que não caíram através do côncavo que foram enviados, junto com a palha, para essa unidade de separação. Na cultura do trigo, a perda que ocorre no saca-palhas é proveniente do peso do grão, e de sua difícil separação (PORTELLA, 1999).

O saca palhas tem cursos de oscilação de 10 cm e rotação da árvore ao redor de 200 rpm. Rotações maiores aumentam as perdas de grãos e rotações menores causam menor alimentação do material e aumento das perdas. Na saída do saca palhas pode existir um picador de palhas, cuja finalidade é picar a palha e reduzi-la a tamanhos menores e distribuí-la sobre o terreno colhido (BALASTREIRE, 2005).

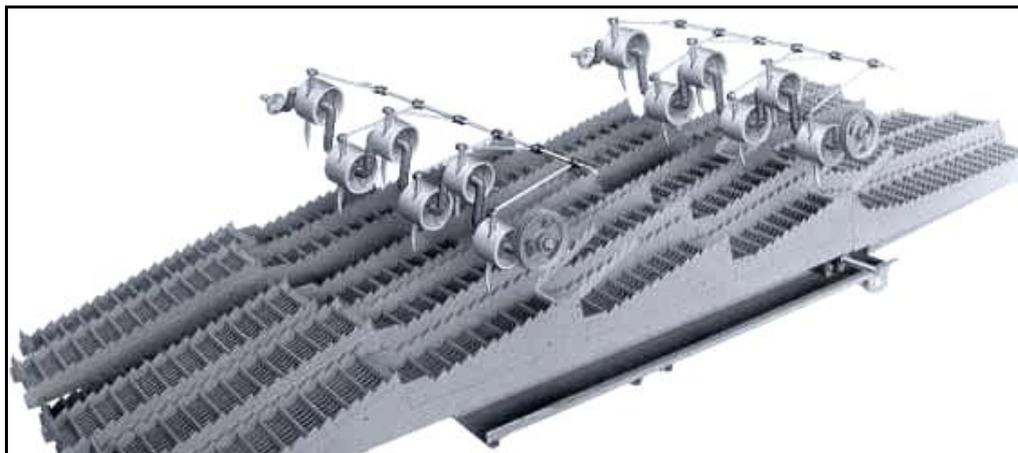


Figura 7: Saca-palhas.

Fonte: <http://www.mecaniza.info/manutencao-e-regulagens-de-colhedoras-de-graos-evitam-perdas-na-colheita/#lightbox/7/>.

2.1.3.1.14 Cortinas retardadoras

A cortina é colocada sobre o saca-palhas para retardar o fluxo do produto, dando mais tempo para soltar os grãos da palha. Também evita que os grãos sejam lançados, pelo batedor para fora da colhedora. Quando em posição inclinada é indicada para a colheita de trigo, na qual não há necessidade de retardar os fluxos de palha (PORTELLA, 1999).

Nesta unidade de separação, não se tem nenhuma ação trilhadora, portanto, os grãos não trilhados no sistema de trilha, permanecerão não trilhados, resultando em perdas (MESQUITA, et. al, 1998).

Os ajustes e cuidados necessários na unidade de separação são: ajuste da extensão do côncavo; ajuste da posição das cortinas retardadoras e manter limpas ou desobstruídas as grelhas do saca-palhas (MESQUITA, et. al, 1998).

2.1.3.1.15 Sistema de limpeza

Os principais mecanismos de limpeza nas colhedoras são: peneira superior, peneira inferior e ventilador (BALASTREIRE, 2005).

Conforme Portella (1999) os grãos trilhados e os pedaços de palha que caem na peneira superior, circulam na peneira inferior. A palha é então jogada para fora pela ação do ar do ventilador e os grãos seguem para o caracol de transporte do grão limpo. Os grãos trilhados caem na peneira superior e são dirigidos para a peneira inferior e desloca-se para o caracol de transporte do grão limpo. Os grãos não trilhados são dirigidos para a peneira de retrilha e seguem para uma nova operação de separação, no caracol de transporte de retrilha.

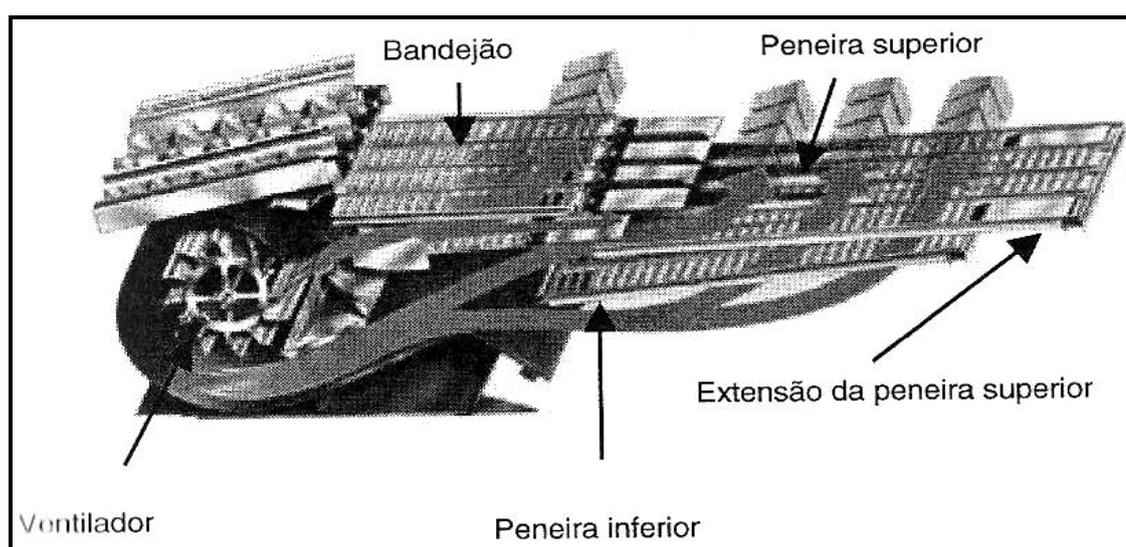


Figura 8: Esquema geral da unidade de limpeza
 Fonte: Moraes (et. al, 2005).

2.1.3.1.16 Bandeirão

A unidade de limpeza se propõe a limpar os grãos trilhados e captar as vagens, panículas ou espigas não completamente trilhadas ou debulhadas. Nele caem grãos, palhas miúdas e vagens, panículas ou espigas. Este conduz, através de um movimento de vai e vem, esta mescla até sua parte traseira, onde um pente de arame separa os grãos da palha com o auxílio da corrente de ar do ventilador. Os grãos e a palha mais pesada caem sobre a peneira superior. Os grãos e alguma palha caem até a peneira inferior. Os grãos limpos são enviados ao tanque graneleiro pelo elevador de grãos trilhados (MESQUITA, et. al, 1998).

2.1.3.1.17 Peneira superior

A peneira superior tem a finalidade de fazer uma limpeza preliminar. Esta deve ser regulada para que o fluxo de ar separe a palha do grão, não permitindo a passagem de sujeira para a peneira inferior. Caso esteja muito aberta ela sobrecarregará a peneira inferior. Quando fechada demais, tem-se uma retilha carregada de grãos. Ocorrendo maior perda de grãos (PORTELLA, 1999).

Segundo Portella (1999) a peneira superior tem 3 posições de ajuste: horizontal, média e alta. Quando a alimentação é abundante, a peneira deve estar na posição horizontal. À medida que a quantidade de material que entra na colhedora diminui, a posição desta peneira deve ser elevada progressivamente.

2.1.3.1.18 Peneira inferior

Para Balastreire (2005), a peneira inferior separa as sementes dos pequenos resíduos que travessam com elas na peneira superior. É onde todos os restos de palha são separados do grão. Excessivamente aberta, surgirá muita palha picada no graneleiro; enquanto que, demasiadamente fechada, haverá muitos grão na retilha (PORTELLA, 1999). Os grãos limpos atravessam a peneira e caem para um condutor helicoidal horizontal que atravessa toda a largura da peneira inferior, depositando as sementes em outro condutor que as conduz ao depósito graneleiro (BALASTREIRE, 2005).

As pontas de espigas não trilhadas que passaram através da extensão da peneira superior e as que foram conduzidas para além da parte final da peneira inferior caem sobre a placa de retilha, até a sem fim da peneira inferior da retilha, sendo levado então pelo elevador de retilha para a parte frontal do cilindro onde é trilhado (PORTELLA, 1999).

2.1.3.1.19 Ventilador

O ventilador tem a finalidade de manter as peneiras limpas para a livre passagem de grão. Sua regulagem de fluxo de ar pode ser feita, abrindo-se parcialmente as entradas laterais do ventilador ou ainda, se alterando a variação da rotação. Para melhorar a orientação da corrente de ar e tornar mais eficaz a limpeza de diferentes lotes de trigo durante uma jornada de colheita existe aletas direcionadoras de ar as quais orientam a corrente a frente ou atrás das peneiras (PORTELLA, 1999).

Segundo Portella (1999) os grãos deverão estar limpos, para alcançar maior valor no mercado. As perdas nessa unidade deverão ser mínimas. As perdas de grãos na unidade de limpeza poderão ser causadas por:

- Corrente de ar muito forte- grãos soprados para fora das peneiras e pequena quantidade de palha sobre a peneira superior.

- Corrente de ar muito fraca- a corrente de ar muito fraca fará com que muita palha permaneça sobre os alvéolos das peneiras, obstruindo a passagem dos grãos e gerando perdas. Se a palha estiver muito pesada sobre as peneiras, será necessária mais velocidade no ventilador para suspendê-la para que o grão caia livremente.

2.1.3.1.20 Transporte e armazenagem de grãos

O transporte de grãos é feito por elevadores e calhas com condutores helicoidais (MORAES, et. al. 2005). Compreende a passagem destes pelos sistemas de processamento da máquina, onde são realizadas as operações de trilha, de separação, de limpeza, de retilha, de armazenamento e de descarregamento do cereal colhido (PORTELLA, 1999).

2.1.4 Perdas de trigo pós-colheita

A preocupação com os alarmantes índices de perda na colheita não é recente. Este sendo em média, para a cultura do trigo, de 5%. Somando-se as perdas com transporte, armazenamento, e o processamento industrial, chega-se ao impressionante índice de 15% (PORTELLA, 1999).

2.1.4.1 Classificação das perdas:

Para Portella (1999) verificar a eficiência da colheita e o correto funcionamento da colhedora é necessário para avaliar as perdas que estão ocorrendo.

Existem diversas formas para classificar as perdas na colheita:

- Perdas em pré-colheita: são as perdas devidas àqueles grãos ou espigas caídos no solo antes de iniciar a colheita, ocasionadas por condições climáticas, doenças ou pragas (PORTELLA, 1999).

- Perdas na plataforma de corte: são aquelas derivadas a desnivelamento da plataforma, a pneus descalibrados, à alta velocidade do molinete, ao sem-fim alimentador muito baixo, ao molinete muito avançado, à folga na barra de corte ou à alta velocidade de deslocamento (PORTELLA, 1999). As perdas podem ser por grãos deixados abaixo da barra de corte, grãos derrubados pela vibração da barra de corte transmitida as plantas, grãos trilhados pelo molinete e separadores e plantas arrastadas pelo movimento do molinete (MORAES, et. al, 2005).

- Perdas de unidades de trilhas: são aquelas devidas às pontas de espigas parcialmente trilhadas, que saem da colhedora através do saca palhas e das peneiras, causadas por: grande abertura entre côncavo e cilindro, baixa rotação do cilindro ou alta velocidade de deslocamento (PORTELLA, 1999).

- Perdas no saca palhas: são devidas àqueles grãos soltos que não conseguiram ser separados da palha e que saem pelo saca palhas, para fora da colhedora, causadas por extensão do côncavo desajustada, lona incorretamente

inclinada, saca palhas sobrecarregados e/ou alta velocidade de deslocamento (PORTELLA, 1999). As soluções para esse caso seriam diminuir a velocidade de deslocamento da máquina e/ou elevar a altura da plataforma de corte (MORAES, et. al, 2005).

- Perdas nas peneiras: são devidas aqueles grãos que saem pelas peneiras determinadas por rotação inadequada do ventilador, direção incorreta do fluxo de ar, peneira superior muito fechada, alta rotação do cilindro ou, ainda, desalinhamento entre cilindro e côncavo (PORTELLA, 1999).

2.1.4.2 Como quantificar as perdas

É preciso conhecer um método eficiente de medição de perdas de grãos, para poder identificar onde e em que quantidades estão ocorrendo (PORTELLA, 1999).

Para medir perdas de grãos soltos segundo (MESQUITA, et. al, 1998) para a perda total, perda natural, perda nos mecanismos de corte e perda nos mecanismos internos, colocar uma armação, feita de dois cabos ou ripas de madeira e dois pedaços de barbante, em área já colhida, transversalmente às linhas de semeadura. Usar uma armação de 1 m² (para Arroz) ou de 2 m² (para Milho e Soja), feita com as seguintes medidas: Largura da plataforma de colheita x outra medida Y. Após deve-se coletar os grãos soltos que estão no solo e os grãos que estão nas vagens (soja) ou panículas (arroz) ou no sabugo (milho) não debulhados, dentro da armação. Perdas máximas aceitáveis para soja até 1,0 saco/ha e milho ou arroz: até 1,5 sacos/ha.

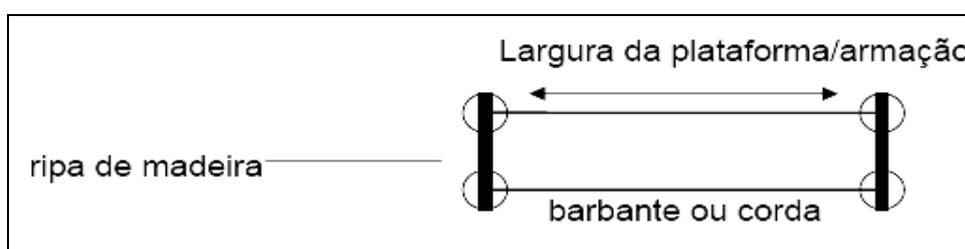


Figura 9: Modo de preparo do quadro de coleta
Fonte: Santos (2010).

2.1.4.2.1 Perdas naturais

Conforme Fernandes, (et. al, 2010), antes de iniciar a colheita, a armação deverá ser colocada no sentido transversal ao plantio das linhas. Serão contados os grãos soltos e os que estão nas espigas ou vagens caídas, encontrados dentro da armação. Os grãos encontrados deverão ser pesados e as perdas de pré-colheita determinadas de acordo com a equação:

$$PN = \left(\frac{M_1}{A} \right) \times 1000$$

Onde:

PN – Perdas de pré – colheita ou naturais, kg ha⁻¹;

M1 – Massa de grãos dentro da armação na pré - colheita, kg;

A – Área da armação, m².

2.1.4.2.2 Perdas na plataforma de colheita

Colha uma pequena área, até aproximadamente um quarto do tanque graneleiro. Pare a colhedora, deixando-a em funcionamento até jogar toda a palha para fora da máquina. Então retroceda a colhedora a uma distancia igual á de seu comprimento. Arme o medidor na parte colhida, na frente da colhedora, e conte os grãos inclusive aqueles que permanecerem nas espigas. Para encontrar as perdas da plataforma de corte, tome este número e subtraia do resultado das perdas de grãos na pré colheita (PORTELLA, 1999).

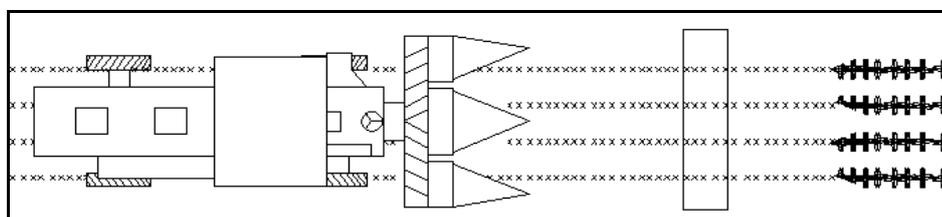


Figura 11: Recolhimento dos grãos perdidos na plataforma.

Fonte: Fernandes (et. al, 2010).

2.1.4.2.3 Perda total da colhedora

É o resultado das perdas de plataforma, mais perdas na trilha, nos saca palhas e nas peneiras. Assim, as perdas totais neste exemplo seriam: $60 + 80 = 140$ grãos\ha. Considerando o peso de mil sementes, a perda nessa colhedora seria: 56 Kg\ha (PORTELLA, 1999).

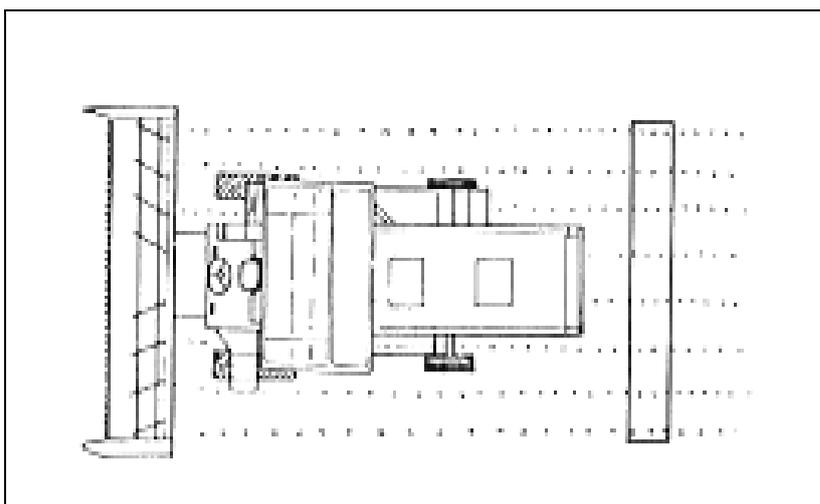


Figura 12: Posição da colhedora para a coleta das perdas pós colheita.

Fonte: Santos (2010).

Alguns fabricantes de colhedoras possuem em suas máquinas monitores eletrônicos de perdas. Consistem de dois conjuntos de sensores instalados na descarga do saca palhas e da peneira superior, além de um painel monitor na plataforma do operador. Os dispositivos são montados para interceptarem o fluxo de descarga do material através do impacto dos grãos mais pesados que o restante do material, é transformado em impulsos elétricos que são associados a uma perda em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo mostrado no monitor. Máquinas mais modernas possuem sistema computacional que é responsável pela indicação das perdas e indicar e permitir os ajustes necessários para adequada regulação da colhedora (MORAES, et. al, 2005).

2.2 METODOLOGIA

A coleta dos dados foi realizada em uma lavoura comercial de trigo, localizada no Município de Ponte Preta, no dia 03 de novembro de 2012 na propriedade do agricultor Ivanez Santa Catarina, em área de amostragem com declividade de 3°, com colhedora New Holland Tc 5070, ano 2012.

Foram determinadas as perdas naturais, plataforma e no sistema de separação e limpeza. Na análise das perdas também foram observados os seguintes aspectos sobre as condições operacionais: altura de ação da plataforma de 20 cm com velocidade e posição do molinete sincronizado com a máquina, rotação do cilindro trilhador em 1100 rpm e abertura entre cilindro-côncavo regulado na segunda posição. As velocidades de trabalho utilizadas foram de 3,5 km.h⁻¹, 4,5 km.h⁻¹, 5,5 km.h⁻¹, 6,5 km.h⁻¹.

Para a coleta das amostragens foi utilizado o método proposto por Mesquita et. Al.(1998) com área de 1m², com comprimento igual ao da plataforma equivalente a 6m e largura de 0,167m, conforme figura 13, com quatro parcelas de 100m de comprimento e 12 metros de largura, totalizando um área de 1200m² cada e com quatro repetições em cada parcela.



Figura 13: Coleta dos grãos.
Fonte: Autor.

Para o cálculo das perdas foi utilizado o método proposto por Portella (1999). Depois de quantificadas as amostragens foram submetidas à análise estatística através do programa Assistat 7.2.

A umidade grãos pode ser obtida através do método padrão de estufa/gravimétrica. Estas amostras foram levadas até o laboratório, pesadas e colocadas em estufa de secagem por quarenta e oito horas, a temperatura de 105°C, após este período as mesmas foram pesadas novamente e determinou-se a umidade dos grãos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, as perdas localizadas e as perdas totais na colheita do trigo.

Na tabela 1, a perda natural, foi superior apenas na velocidade de deslocamento de $5,5 \text{ km.h}^{-1}$, devido a fatores intrínsecos incidentes na área.

Tabela 1. Perdas naturais e mecânicas na colheita mecanizada do trigo.

Velocidade da maquina (km.h^{-1})	Local da perda (sc.ha^{-1})		
	Perda natural*	Plataforma	Separação e limpeza
3,5	0,0848 Bb	0,3309 Ab	0,2575 Aa
4,5	0,0837 Bb	0,3522 Ab	0,1490 Bb
5,5	0,1532 Aa	0,1722 Ac	0,1538 Ab
6,5	0,1010 Cb	0,7741 Aa	0,2592 Ba

CV (%) = 32

Letras maiúsculas mostram diferença significativa na horizontal pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas mostram diferença significativa na vertical pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

*Perdas na pré colheita.

As perdas ocasionadas na plataforma da colhedora, apresentadas na tabela 1, não apresentaram diferenças significativas entre as velocidades de deslocamento de $3,5$ e $4,5 \text{ km.h}^{-1}$, porém se diferiram das velocidades $5,5$ e $6,5 \text{ km.h}^{-1}$ e, entre estas, houve diferença significativa apresentando a maior perda na plataforma quando utilizado a maior velocidade de deslocamento. Independente da velocidade e dos locais das perdas, a plataforma foi o local que apresentou as maiores perdas, apesar de não mostrar diferença significativa em relação as perdas naturais e no sistema de separação e limpeza na velocidade de deslocamento de $5,5 \text{ km.h}^{-1}$.

Observa-se pelo comportamento dos valores apresentados na tabela 1 que as menores perdas ocorridas na separação e limpeza foram verificadas nas velocidades de deslocamento de $4,5$ e $5,5 \text{ km.h}^{-1}$ e não apresentaram diferenças significativas entre si, entretanto, a menor perda foi verificada na velocidade de deslocamento de $4,5 \text{ km.h}^{-1}$. As maiores perdas ocorridas na separação e limpeza foram observadas na menor e maior velocidade de deslocamento da colhedora e apresentam diferenças significativas em relação as velocidades intermediárias mas não diferiram significativamente entre si.

Tabela 2. Perdas totais na colheita mecanizada do trigo

Velocidade da maquina (km.h ⁻¹)	Perda pela ação mecânica (sc.ha ⁻¹)	Perda total (sc.ha ⁻¹)	CV (%)
3,5	0,5884 Ab	0,6732 Ab	15,41
4,5	0,5012 Ab	0,5849 Ab	
5,5	0,3260 Ac	0,4792 Ab	
6,5	1,0333 Aa	1,1343 Aa	
CV (%)	16,98	14,07	

Letras maiúsculas mostram diferenças significativas na horizontal pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas mostram diferenças significativas na vertical pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se pelos valores apresentados na tabela 2, para as perdas ocasionadas somente pela ação mecânica da plataforma e da separação e limpeza, que não há diferenças significativas entre as menores velocidades de deslocamento da máquina (3,5 e 4,5 km.h⁻¹). Nas maiores velocidades de deslocamento da máquina durante a operação de colheita há diferenças significativas entre 5,5 e 6,5 km.h⁻¹ nas perdas ocasionada somente pela ação mecânica. A menor perda gerada somente pela ação mecânica foi verificada para a velocidade 5,5 km.h⁻¹, e a maior perda foi observada na maior velocidade de deslocamento de 6,5 km.h⁻¹. Não foram verificadas diferenças significativas entre as perdas ocasionadas somente pela ação mecânica e a perda total, embora os valores de perdas naturais tenham apresentado diferenças significativas em relação às perdas ocasionadas pela plataforma e pela trilha.

3. CONCLUSÕES

Nas condições, a campo e operacionais, em que foram realizados os levantamentos das perdas na colheita mecanizada do trigo em lavoura comercial, é possível concluir que:

a) As menores perdas observadas pela ação mecânica e pela perda total ocorreram na velocidade de deslocamento da máquina de $5,5 \text{ km.h}^{-1}$, aproximadamente 0,47 sacas por hectare.

b) A velocidade de deslocamento da máquina de $6,5 \text{ km.h}^{-1}$ ocasionou as maiores perdas na operação de colheita, aproximadamente 1,13 sacas por hectare.

c) Apesar de efetuada a adequada regulagem da máquina, e nas mesmas condições topográficas de operação, a variação da velocidade de deslocamento da máquina influencia nas perdas da colheita do trigo.

4. REFERÊNCIAS

ANDRES, A.; et. al. **Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Clima Temperado, dez, 2011. cap. 10. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/sistema17_novo/cap10_colheita.htm#topo>. Acesso em: 02 fev. 2013.

BALASTREIRE, L. A.. **Máquinas agrícolas**. Piracicaba: PLD Livros Técnicos, 2005. p. 269-283.

CAMPOS, M. A. O.; et. al. **Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais**. Eng. Agríc. vol.25 no.1 Jaboticabal. Jan./Apr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162005000100023&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 nov. 2012.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, primeiro levantamento, outubro 2012**. Brasília : Conab, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_10_09_15_59_18_boletim_portugues_outubro_2012.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

COSTA, N.P.; TAVARES, L.C.V. **Fatores responsáveis pelos elevados percentuais de perdas de grãos durante a colheita mecânica em soja**. Londrina: Informativo ABRATES, 1995, v.5, p. 17-25.

EMBRAPA. **O trigo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2012. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/aunidade/trigo_brasil.htm>. Acesso em: 29 mar. 2013.

EMBRAPA. **História do trigo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Soja. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=6&op_page=91>. Acesso em: 29 mar. 2013.

FERNANDES, H. C., et. al. **Eng 338- Mecânica e mecanização agrícola**. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 78-88.

FERREIRA, I. C.; et al. **Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha**. Engenharia na Agricultura, Viçosa MG, v.15, n.2, 141-150, abr/jun.2007. Disponível em:<<http://www.ufv.br/dea/reveng/arquivos/Vol15/v15n2p141-150.pdf>>. Acesso em: 10 dez 2012.

FILHO, A. G.; et. al. Colheitadeira. **A Granja**, São Paulo, fev. 2005. p. 46-51.

FRONZA, V.; CAMPOS, L.A.C.; RIEDE, C. R.. **Informações técnicas para a safra 2008: Trigo e triticale**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 142-144. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/Info_tec_trigo_e_triticale_safra2008.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2013.

IDO, O. T.; OLIVEIRA, R. A.. **Apostila 8 – Aula 8 tratos culturais**. Paraná: Universidade do Paraná, 2004. 17 p. Disponível em: <<http://www.agriculturageral.ufpr.br/bibliografia/apostila8.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

IBGE. **Losses with grain, in Brazil, got to about 10% of the harvest**. March 15, 2005. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/en/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=330>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

MACHADO, A. L. T.. **Maquinas para colheita de grãos- parte 2**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, julho 2007. 77 p. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/faem/engenhariarural/maquinas/arquivos/maquinas_p2_07.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2013.

MAGALHÃES, S. C. et al. **Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras**. Uberlândia: universidade Federal de Uberlândia, v. 25, n. 5, set/out. 2009. p. 43-48. Disponível em: <[www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/.../6983/4626](http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6983/4626)>. Acesso em: 10 dez 2012.

MESQUITA, C. D. M.; et. al. **Manual do produtor. Como evitar desperdícios na colheita de soja, do milho e do arroz**. Londrina, 1998. p. 5-24.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E. ; MAURINA, A..C.; ANDRADE, J.G. **Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: Perdas e qualidades físicas do grão relacionadas à características operacionais**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, 2001.

MORAES, M. L. B. de; REIS, A. V. dos; MACHADO, A. L. T. **Maquinas para colheita e processamento de grãos**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2ª ed., , 2005. p. 39-96.

PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C.A. **Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (Glycine max (L.) Merrill)**. Botucatu: Energia na Agricultura, v.14, n.1, 1999. p.69-81.

PORTELLA, J. A. **Colheita de grãos mecanizada: implementos, manutenção e regulação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 190 p.

PORTELLA, J. A.. Trigo sem perdas. **Cultivar Grandes Culturas**, ed. 32, Setembro 2000. p. 22-24. Disponível em: <
<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=641>>. Acesso em: 25 out. 2012.

PORTELLA, J. A. **Tecnologia de colheita de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 60 p. Disponível em: <
http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/820194/1/Tecnologiadecolheita_deTrigo.pdf >. Acesso em: 29 mar. 2013.

SANTOS, D. M. P. **Apostila de Mecanização Agrícola, modulo F, colhedoras autopropelidas**. Santa Maria, 2010. 110 p.

SANTOS FILHO, A. G. do; SANTOS, J. E. G. **Apostila de máquinas agrícolas**. Bauru: Unesp, ago. 2001. 88 p.

SCHANOSKI, R.; RIGHI, E. Z.; WERNER, V.. Perdas na colheita mecanizada de soja (Glycine max) no município de Maripá – PR, **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.15, Campina Grande, Nov. 2011. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662011001100015&lang=pt >. Acesso em: 20 nov. de 2013.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRARIA (SEAGRI). **Cultura – Trigo**. Bahia, 2007. Disponível em: <
<http://www.seagri.ba.gov.br/Trigo.htm> >. Acesso em: 29 mar. 2013.

SILVA. R. P.; GIRO. G.; FURLANI. C.E.A.; LOPES. A. **Influência do manejo de culturas de cobertura nas perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja**. In: CONGRESSO BRASILEIRO de ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34, 2005, Canoas – RS. Anais, Canoas: Engenharia Agrícola, 2005. 1 CD – ROM.

SILVA, S. S. S. **Logística aplicada à colheita mecanizada de cereais**. Piracicaba : Biblioteca digital Usp, mai 2004. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde-08102004-153330/pt-br.php>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

TOLEDO, A. de; et. al. **Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja**. In: Scientia Agrícola.vol.28 no.4 Jaboticabal, Out./Dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162008000400011&lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Foreign Agricultural Service**. Disponível em: < <http://www.fas.usda.gov/>>. Acesso em: 29 mar. 2013.