



Marcos Alessandro Manteufel

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE DUAS PLATAFORMAS
DE CORTE PARA COLHEDORAS DE GRÃOS**

Horizontina

2012

Marcos Alessandro Manteufel

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE DUAS PLATAFORMAS DE
CORTE PARA COLHEDORAS DE GRÃOS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Richard Thomas Lermen, doutor.

Horizontina

2012

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Avaliação de Desempenho de Duas Plataformas de Corte para Colhedoras de
Grãos”**

Elaborada por:

Marcos Alessandro Manteufel

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 06/12/2012
Pela Comissão Examinadora**

**Prof. Dr. Richard Thomas Lermen
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Prof. Dr. Ademar Michels
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Prof. Me. Valtair de Jesus Alves
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Prof. Me. Anderson Dal Molin
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica - FAHOR**

**Horizontina
2012**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e minha esposa por toda a dedicação e amor para comigo.

Aos meus colegas da faculdade pela amizade.

AGRADECIMENTOS.

A FAHOR e todos os seus professores e funcionários, pelo trabalho e dedicação em prol do conhecimento.

RESUMO

O presente trabalho comparou, detalhadamente, o desempenho entre duas plataformas de corte para colhedoras de grãos, uma delas equipada com transportador helicoidal e a outra com correias transportadoras. Para atingir os objetivos específicos definidos para este trabalho, foram usadas duas plataformas de corte para colhedoras de diferentes conceitos, porém de mesma largura de corte, acopladas em colhedoras de mesmo modelo. A avaliação foi realizada na colheita da soja em uma lavoura de topografia plana. Durante a avaliação de desempenho foram avaliadas as perdas de grãos e altura de corte das duas plataformas bem como o consumo de combustível e produtividade das duas colhedoras de grãos. Para definir as perdas de grãos, a velocidade de deslocamento da colhedora foi variada e em cada variação de velocidade foram coletadas amostras de grãos em três diferentes áreas da plataforma e pesados. A altura de corte foi determinada medindo-se a altura do caule de soja cortado pela plataforma em diferentes velocidades de deslocamento da colhedora. O consumo de combustível foi determinado colhendo-se seis áreas de um hectare iniciando com o tanque de combustível da colhedora cheio e ao término da colheita de cada área o tanque foi enchido novamente, obtendo-se o consumo por área. A produtividade de cada colhedora foi medida colhendo-se seis áreas de um hectare e cronometrando-se o tempo necessário para colher cada área. Os resultados obtidos na avaliação de desempenho mostram que a plataforma de corte equipada com correias transportadoras contribui para a diminuição da perda de grãos, diminuição do consumo de combustível, aumento de produtividade da colhedora de grãos e teve altura de corte menor em comparação a plataforma equipada com sem-fim transportador.

Palavras-chave:

avaliação de desempenho.

ABSTRACT

This work compared, in details, the performance of two cutting platforms for combine harvesters, one of them with cross auger and other one with draper belts. To meet the specific goals defined for this work, were used two cutting platforms for combine harvesters with different concepts, but with the same cutting width, attached to a combines with the same model. The evaluation was conducted during the soybeans harvesting in a flat field. During the performance evaluation it was evaluated the grain losses and cutting height as well as fuel consumption and combine productivity. To define the grain losses, the combine ground speed was increased and grain losses samples were collected in each ground speed increase, losses were collected in three different areas of the cutting width and weighed. The cutting high was determined by measuring the stubble high after cutting in different ground speeds. The fuel consumption was determined by harvesting six different areas of one hectare starting with the combine fuel tank full, after finishing each area the fuel tank was filled again and measured the fuel consumption in each area. The productivity of each combine harvester was measured by harvesting six areas of one hectare as well as measuring the time needed to harvest each area. The results obtained during the performance evaluation show that the cutting platform equipped with draper belts contributes for grain losses decrease, lower combine fuel consumption, combine productivity increase and lower cutting high in comparison with the platform equipped with cross auger.

Keywords:
performance evaluation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cilindro de trilha.....	13
Figura 2: Rotor axial.....	13
Figura 3: Colhedora de grãos com cilindro de trilha e saca-palhas.....	15
Figura 4: Mecanismos de limpeza.....	16
Figura 5: Colhedora de grãos com rotor axial.....	17
Figura 6: Detalhe do transportador helicoidal e barra de corte.....	19
Figura 7: Barra de corte de uma plataforma.....	20
Figura 8: Detalhe da correia transportadora.....	21
Figura 9: Plataforma de corte com correias transportadoras.....	22
Figura 10: Perdas de grãos.....	27
Figura 11: Produtividade.....	28
Figura 12: Consumo de combustível.....	29
Figura 13: Altura de corte em função da velocidade de deslocamento.....	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 COLHEDORA DE GRÃOS	11
2.1.1 COMPOSIÇÃO DAS COLHEDORAS DE GRÃOS	12
2.2 PLATAFORMAS DE CORTE E SUA COMPOSIÇÃO	17
2.3 AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS DURANTE A COLHEITA	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	24
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	26
4.1 PERDAS DE GRÃOS.....	26
4.2 PRODUTIVIDADE	27
4.3 CONSUMO DE COMBUSTÍVEL.....	28
4.4 ALTURA DE CORTE.....	29
5 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna exige qualidade e produtividade nas operações que a compõem, em que a competitividade tem levado empresas a reduzir custos e colocar produtos de alta qualidade no mercado consumidor. Esta realidade representa desafios, uma vez que além de ser uma atividade complexa, a agricultura muitas vezes fica dependente de aspectos climáticos que podem contribuir com o aumento da produtividade como também podem afetar negativamente. Para minimizar os riscos de perdas de grãos durante a colheita, produtores têm buscado colhedoras de grãos mais produtivas e que tenham um menor índice de perdas.

O trabalho desenvolvido abordou a avaliação de desempenho entre duas plataformas de corte. Sendo uma delas equipada com transportador helicoidal e a outra equipada com correias transportadoras. Com o propósito de identificar qual dos dois conceitos possui melhor desempenho, os quesitos a serem avaliados estarão relacionados a perdas de grãos, produtividade da colhedora com as duas

Plataformas de corte equipadas com transportador helicoidal têm equipado colhedoras de grãos ao longo dos últimos anos. Conforme Bronson e McDowell (2010), nestas plataformas, o material colhido é transportado para o centro da plataforma através de um transportador helicoidal devido ao seu movimento rotacional.

Segundo Bronson e McDowell (2010), fabricantes de máquinas agrícolas de várias partes do mundo identificaram a necessidade de aumentar a produtividade de suas colhedoras de grãos e identificaram que além de realizarem melhorias no desempenho da colhedora em si, deveriam realizar melhorias na plataforma de corte. Apartir disso surgiu o conceito de plataforma de corte que através de suas esteiras de borracha, transporta o material colhido até o centro da plataforma, desta maneira melhora-se o fluxo do material colhido entre a plataforma de corte e a colhedora de grãos.

O objetivo geral deste trabalho é realizar avaliação de desempenho de duas plataformas de corte, uma equipada com sem-fim transportador e a outra equipada com correias transportadoras com a finalidade de identificar as variáveis que influenciam no desempenho da colhedora de grãos. Para atingir o objetivo geral do

trabalho foram definidos os objetivos específicos a serem alcançados durante o trabalho de pesquisa:

- Medir o índice de perda de cada plataforma de corte;
- Medir o consumo de combustível da colhedora de grãos com cada conceito de plataforma de corte;
- Quantificar a produtividade em hectares por hora de cada conceito de plataforma;
- Medir a altura de corte de cada plataforma em função da variação da velocidade de deslocamento da colhedora de grãos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão de literatura apresenta-se detalhadamente a composição das colhedoras de grãos bem como das plataformas de corte que serão avaliadas durante o trabalho.

2.1 COLHEDORA DE GRÃOS

Para Castro e Ferreira (2007), com o aumento da população mundial e a necessidade de se produzir mais alimentos, as operações de colheita começaram a ser mecanizadas. A primeira colhedora de cereais foi construída no Estado de Michigan, EUA, em 1836, por Moore e Hascall. Esta colhedora não obteve sucesso neste estado, porém foi utilizada com sucesso no Estado da Califórnia, Estados Unidos da América em 1854. Nesse mesmo Estado, em 1880, iniciou-se a produção em escala comercial de colhedoras.

Conforme Lima (2008), a colheita é a última operação realizada no campo, no processo de produção agrícola. Nos primórdios da agricultura, toda operação de colheita era realizada manualmente. A operação de colheita manual, da mesma maneira que os demais processos manuais tem sua capacidade operacional diminuída, viável economicamente apenas em pequenas propriedades, onde a finalidade principal da produção é a subsistência do agricultor e sua família.

De acordo com Lima (2008), a colheita de cereais envolve etapas de corte, alimentação, trilha, separação e limpeza. Quando uma máquina realiza todas as operações citadas e também é automotriz, ela é chamada colhedora automotriz. Se a máquina é acoplada a um trator agrícola, sendo totalmente tracionada e acionada por ele, é uma colhedora montada. Finalmente se a colhedora tiver um motor auxiliar independente ou for acionada pela tomada de potência de um trator, sendo tracionada pelo mesmo através da barra de tração, a colhedora é de arrasto.

Conforme Castro e Ferreira (2007), independentemente do sistema de acoplamento da colhedora a fonte de potência, ela dispõe normalmente de diferentes sistemas com funções específicas, tais como corte, alimentação, trilha, separação e limpeza. Os mecanismos de corte das colhedoras diferem caso a cultura a ser colhida seja milho ou os demais cereais como soja, trigo, arroz, etc.

De acordo com a Embrapa (2004), a colhedora de grãos realiza simultaneamente as operações de corte, recolhimento, trilha e limpeza dos grãos. A

melhoria de desempenho ocorreu com o desenvolvimento de plataformas de corte flexíveis e de mecanismos que diminuem o dano e a mistura de terra nos grãos. Além disto, alguns modelos de colhedoras possuem ajuste do ângulo de ataque da plataforma de corte e recolhimento em relação ao terreno, o que ajuda manter baixa a altura de corte das plantas para reduzir a perda de grãos.

Conforme a Embrapa (2004), o mecanismo de trilha das colhedoras é formado por cilindro de trilha com fluxo de plantas no sentido radial ou axial. O cilindro radial possui barra de dedos ou de estrias. O mecanismo de dedo fixo apresenta melhor desempenho que o de barra estriada. Na operação com dedos fixos, ou com barra estriada, é conveniente deixar uma folga maior entre cilindro e côncavo e operar o cilindro com a menor velocidade angular possível. Alguns modelos de colhedoras são providos de cilindro de trilha de fluxo axial, que apresenta boa capacidade de manipulação, baixo porcentual de danos mecânicos nos grãos e alta eficiência no trilhamento das vagens.

2.1.1 Composição das colhedoras de grãos

Lima (2008), Bronson e McDowell (2010), descrevem que a composição das plataformas de corte pode ser da seguinte forma: o material cortado deve ser levado até o mecanismo de trilha, independentemente do tipo de colhedora. Nas colhedoras de grãos, o mecanismo de alimentação é 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, (Lima 2008).

Para Castro e Ferreira (2007), os mecanismos de trilha utilizados atualmente nas colhedoras de cereais são basicamente de três tipos: cilindro de dentes e côncavo; cilindro de barras; rotor axial. O cilindro de dentes é utilizado nas colhedoras de arroz. Consta de um cilindro formado por duas flanges laterais nas quais estão rebitadas oito barras contendo os dentes responsáveis pela trilha. O côncavo neste caso é formado por uma chapa perfurada curva, com comprimento suficiente para cobrir um quarto da circunferência do cilindro batedor. Quando o cilindro é de dentes, o côncavo possui também barras com duas fileiras de dentes, sendo o número total de barras no côncavo de dois, quatro ou seis dependendo da cultura e das condições de trilha. Os dentes do côncavo estão montados alternados, de forma que um dente do cilindro passa entre dois dentes de duas filas diferentes

do côncavo. A folga entre o côncavo e o cilindro é ajustável na frente e atrás, para se obter a desejada ação de trilha.

No cilindro de barras, normalmente utilizado para as demais culturas, existem cinco ou seis flanges sobre as quais são rebitadas as barras, construídas em aço com ranhuras. O côncavo é construído com barras lisas, dispostas em pé, no sentido do comprimento do cilindro, de maneira que permita que os grãos trilhados passem para as peneiras de separação colocadas abaixo e atrás do cilindro, Castro e Ferreira (2007). O cilindro de trilha pode ser visto na Figura 1.



Figura 1: Cilindro de trilha. Fonte: John Deere (2011)

No rotor axial, existem dentes dispostos helicoidalmente sobre a superfície do cilindro, ficando este colocado axialmente em relação ao côncavo, que no caso é construído em chapa perfurada em envolve todo o cilindro, Lima (2008). A constituição deste rotor axial pode ser observada na Figura 2.



Figura 2: Rotor axial. Fonte: Horses All (2011)

Após a ação do cilindro de trilha sobre o material admitido, resulta uma mistura de palha, grãos debulhados, palha triturada e grãos não debulhados. A separação dos grãos debulhados dos demais materiais é feita em três diferentes áreas: a grelha formada pelas barras do côncavo, a grelha sob o cilindro bateador e o saca-palhas, Castro e Ferreira (2007).

O saca-palhas é um mecanismo de separação constituído de três a cinco secções, sendo cada secção constituída de duas laterais de chapa, cortada em forma de dente de serra, com os dentes voltados para a traseira da colhedora, sendo o fundo de cada secção constituída de pequenos retângulos na chapa, cujas bordas são recortadas e se sobrepõem umas às outras como se fossem escamas. Na parte inferior de cada secção dos saca-palhas, existe uma bandeja que coleta os grãos que atravessam o fundo das secções e os encaminha para uma bandeja única, localizada abaixo e atrás dos cilindros de trilha e bateador, Lima (2008).

As secções dos saca-palhas são montadas sobre mancais excêntricos de duas árvores de manivelas, uma na parte frontal e outra na parte traseira do saca-palhas, e através da rotação destas árvores, o saca-palhas obtém um movimento oscilante de maneira a conduzir a palha para fora da colhedora. Os saca-palhas tem curso de oscilação de dez centímetros e rotação da árvore ao redor de 200 rotações por minuto. Rotações maiores aumentam as perdas de grãos e rotações menores causam menor alimentação do material e aumento das perdas. Na saída dos saca-palhas das colhedoras mais modernas, pode existir um picador de palhas constituído de facas rotativas horizontais, que tem por função picar a palha e reduzi-la a tamanhos menores, bem como distribuí-la sobre o terreno colhido. Esta operação tem por fim evitar a concentração de palha em montes, que poderiam provocar a diminuição no desempenho de máquinas utilizadas em seguida à colheita. O picador de palhas, por esse motivo, é um equipamento essencial quando se pretende utilizar a técnica de semeadura direta de culturas, na área recém-colhida, Balastreire (1987), Castro e Ferreira (2007). A Figura 3 mostra detalhes de uma colhedora equipada com cilindro de trilha e saca-palhas.



Figura 3: Colhedora de grãos com cilindro de trilha e saca-palhas. Fonte: UFV (2011)

A peneira superior fica localizada sob o saca-palhas, atrás da bandeja única que coleta o material conduzido pelas bandejas do fundo do saca-palhas. Na extremidade posterior da peneira superior fica uma extensão destinada a direcionar as partes não trilhadas das plantas (palhiço, ou vagens, ou espigas, etc.), para um transportador helicoidal que levará esse material para o cilindro de trilha para ser retrilhado. A limpeza do material sobre a peneira superior é feita mecanicamente pela ação da própria peneira aerodinamicamente pela ação da corrente de ar provocada pelo ventilador, Balastreire (1987) e Lima (2008),.

A peneira superior possui um movimento alternativo através de balancins, orientado para dar um leve movimento para cima, no curso de retorno da peneira. As frequências de oscilação dessa peneira variam de 250 a 325 ciclos por minuto. Ela é constituída por secções retangulares dentadas e superpostas, onde cada secção montada em um pequeno eixo pivô, ao redor da qual ela pode sofrer um movimento de rotação, permitindo a regulação da abertura das divisórias da peneira. A área da peneira superior deve ficar na proporção de 127cm^2 para cada centímetro de largura do cilindro de trilha. A separação aerodinâmica depende de um diferencial da velocidade de suspensão dos materiais a serem separados. A velocidade de suspensão varia de 5 a 6 metros por segundo para grãos de trigo, aveia e cevada, de 2 a 6 metros por segundo para pequenos pedaços de palha e 1,5 a 2,5 metros

por segundo para palhiço, Balastreire (1987), Castro e Ferreira (2007). A ilustração dos mecanismos de limpeza pode ser vista na Figura 4.



Figura 4: Mecanismos de limpeza. Fonte: Agrosshop MT (2011)

A peneira inferior separa as sementes dos pequenos resíduos que atravessam com elas na peneira superior. Para isso, ela tem construção semelhante à peneira superior, sendo as aberturas e rasgos das secções retangulares menores. Ela tem também um movimento alternativo, com as mesmas frequências mencionadas anteriormente. A proporção da área da peneira inferior em relação à largura do cilindro de trilha deve ficar em torno de 102 cm^2 para cada centímetro de largura. Na peneira inferior as impurezas menores são retiradas e conduzidas para fora da máquina, através da corrente de ar proporcionada pelo ventilador. Os grãos limpos atravessam a peneira e caem para um transportador helicoidal horizontal que atravessa toda a largura da peneira inferior. Este transportador helicoidal entrega as sementes limpas para outro transportador helicoidal, que as leva para o tanque de grãos, localizado na parte superior da colhedora, logo atrás da plataforma do operador. O material não trilhado que caiu pela extensão da peneira superior, ou da peneira inferior, vai para um transportador helicoidal que também atravessa toda a largura da peneira inferior, conduzindo o material para um elevador de retilha, que o leva novamente ao cilindro de trilha, Balastreire (1987), Castro e Ferreira (2007). A Figura 5 ilustra os detalhes de uma colhedora de grãos.

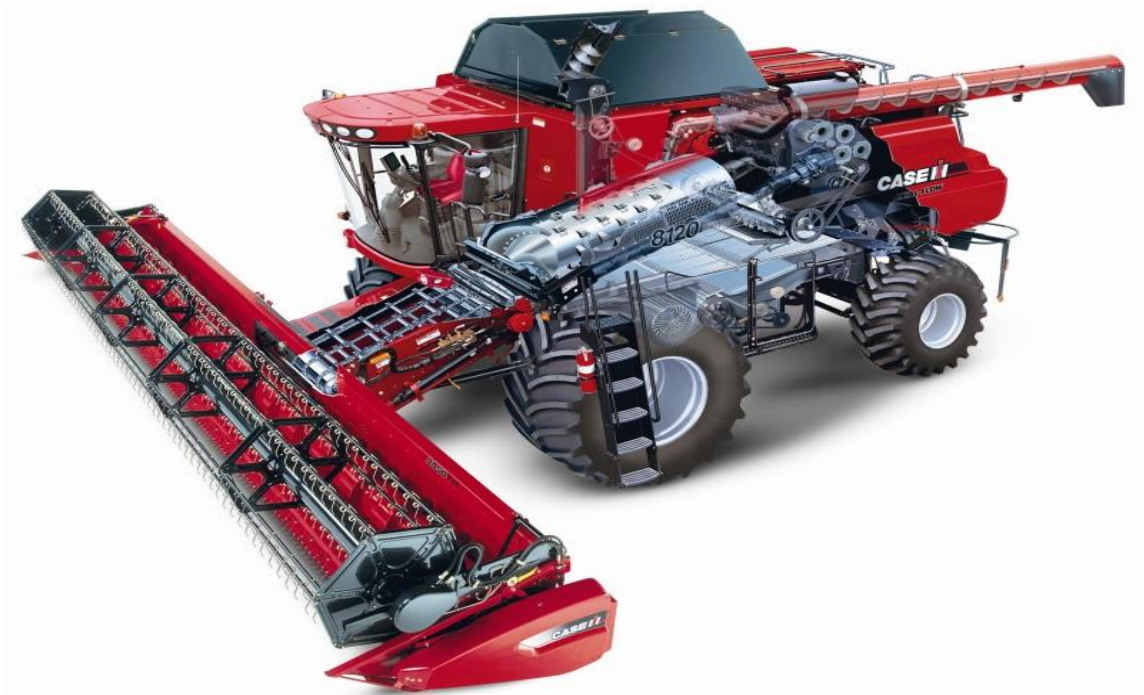


Figura 5: Colhedora de grãos com rotor axial. Fonte: Sim Tractor (2011)

2.2 PLATAFORMAS DE CORTE E SUA COMPOSIÇÃO

Os divisores laterais, como o nome já diz, estão localizados nas extremidades laterais da plataforma e são muito importantes, principalmente em culturas acamadas, entrelaçadas ou com excesso de ervas daninhas, uma vez que separam a faixa a ser cortada evitando perdas na operação de corte, Balastreire (1987), Bronson e McDowell (2010).

O molinete tem por finalidade direcionar as plantas que serão cortadas para a barra de corte, de forma que estas imediatamente após o corte sejam empurradas para a região de ação do transportador helicoidal. Para atingir esta função, o molinete é construído por três ou quatro flanges verticais nas quais estão fixadas seis barras horizontais com dedos de metal ou plástico, sendo o ângulo dos dentes regulável através do posicionamento das barras dentadas através de um flange excêntrico, em uma das laterais do molinete, geralmente esquerdo. Cada barra horizontal tem na sua extremidade uma manivela com um comprimento em torno de sete centímetros. O rotor seguidor é fixado às extremidades destas manivelas, para fazer com que todas as barras girem simultaneamente e mantenham os dedos na posição requerida. O rotor seguidor guia os pinos das manivelas em um trajeto

circular, cujo centro não é o mesmo do molinete, mas um pouco acima deste. O seguidor gira em um came circular, o qual pode ser movido para fazer o dedo inclinar para frente ou para trás. O molinete é movido pelo eixo central e o rotor seguidor pelas barras puxando nos pinos das manivelas descritas anteriormente, Balastreire (1987), Bronson e McDowell (2010).

A barra de corte da plataforma é constituída pela navalha, dedos duplos, placa de apoio, placa de desgaste, grampos e barra guia. A navalha é formada pela barra onde são rebitadas as facas, existindo na extremidade da barra de corte a cabeça onde existe uma rótula esférica para ligação com a biela, a qual recebe o movimento alternativo de um volante com uma manivela, Balastreire (1987), Bronson e McDowell (2010).

A barra da navalha fica por baixo das facas e opera em um canal formado pelas placas de desgaste e a placa horizontal de suporte. As facas são triangulares, com cantos fazendo 60 graus, sendo os cantos traseiros de cada faca são retangulares, de forma que uma faca se apoia na secção ao lado. As facas devem ser mantidas sempre bem afiadas, pois facas segas podem aumentar o esforço necessário para tracionar a barra em até 35%, além de não executar um bom trabalho de corte. Os dedos duplos são peças de ferro fundido maleável apontada na frente, destinadas a separar e guiar os caules das plantas que serão cortados pelas facas, Balastreire (1987), Bronson e McDowell (2010). Os dedos duplos podem ser vistos na Figura 6.



Figura 6: Detalhe do transportador helicoidal e barra de corte. Fonte: John Deere (2011)

A placa de apoio é ligeiramente mais larga na parte traseira e é presa ao dedo duplo através de rebites. Sua função, como o próprio nome indica é servir de apoio ao material que será cortado pela faca. As facas se movimentam sobre o topo da placa de apoio e produzem uma ação cisalhante como acontece em tesouras. Para uma perfeita ação cisalhante deve haver firme contato entre as facas e respectivas placas de apoio. As placas de desgaste localizam-se na parte posterior da barra de corte mantêm as pontas de cada faca abaixadas em relação à placa de apoio para assegurar o contato mencionado anteriormente. As placas de desgaste são colocadas a intervalos regulares na barra de corte, fixas por dois parafusos, os quais fixam também normalmente dois dedos duplos da barra de corte. As placas de desgaste possuem furos oblongos, de forma que se pode mover as placas de desgaste para frente, à medida que elas se desgastam, assegurando, desta forma, um perfeito contato com a barra da faca e, da barra da faca contra a parte posterior das placas de apoio. A parte traseira das facas projeta-se atrás da barra da faca e movimenta-se sobre a placa de desgaste. Quando as placas se desgastam, a placa

se inclina para trás e as pontas das facas não tocam mais a placa de apoio, quando, então, as placas devem ser substituídas. Os grampos de fixação auxiliam a manter a faca em seu lugar e impedem que a mesma pule fora da sua ranhura. Os grampos são maleáveis e podem ser fletidos para baixo, à medida que ocorra algum desgaste dos mesmos, Balastreire (1987), Bronson e McDowell (2010).

O transportador helicoidal é constituído por um cilindro que se estende por toda a largura da barra de corte, dividido em três secções, sendo duas secções laterais dispostas de flanges helicoidais, conduzindo o material para o centro do transportador helicoidal e a secção central disposta de dedos retráteis reguláveis para o controle da quantidade de material a ser alimentado, Balastreire (1987). A Figura 7 mostra os componentes de uma plataforma de corte com transportador helicoidal.

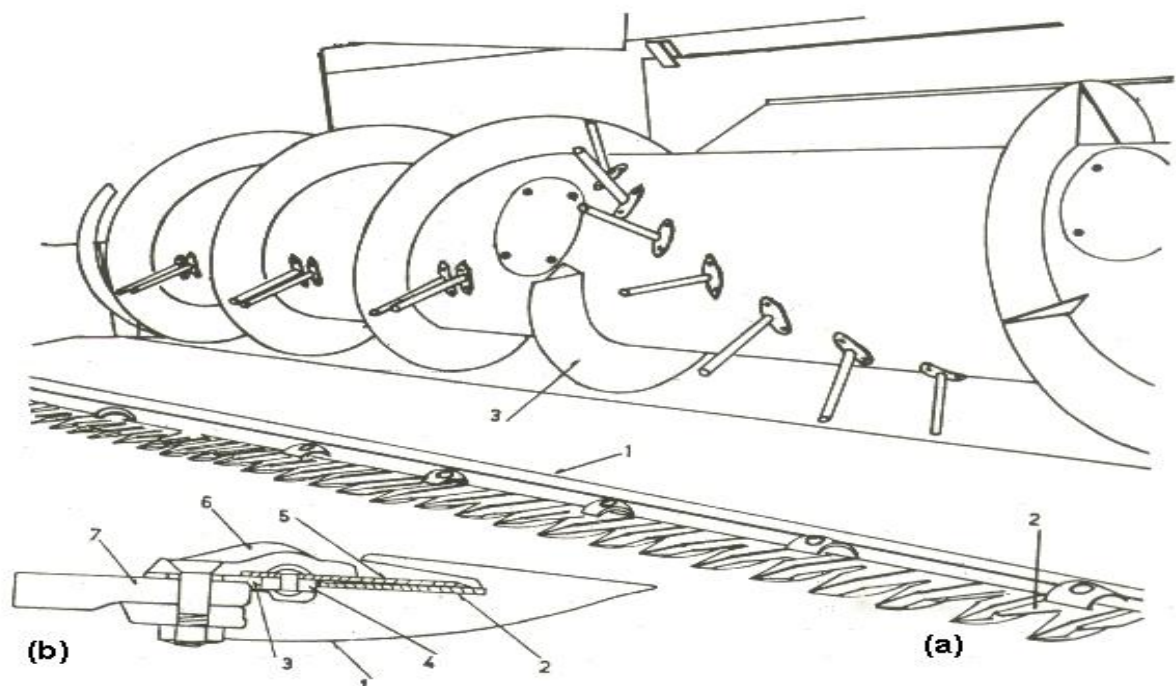


Figura 7: Barra de corte de uma plataforma. a) vista geral de uma parte da barra: 1. Barra, 2. Faca, 3. Conductor helicoidal. b) Detalhe de construção da barra: 1. Dedo duplo, 2. Placa de apoio, 3. Placa de desgaste, 4. Barra da faca, 5. Faca, 6. Grampo, 7. Barra. Fonte: Balastreire (1987).

A plataforma de corte com correias transportadoras utiliza correias planas e largas para conduzir o material colhido até o centro da plataforma. O arranjo e quantidade de correias podem variar de acordo com o tamanho da plataforma. Um tipo de plataforma com correias transportadoras possui duas correias laterais em cada lado da plataforma que conduz o material colhido longitudinalmente para o

centro da plataforma, onde uma correia transportadora central move o material colhido lateralmente para dentro do alimentador do cilindro. Cada correia é enrolada em um par de rolos, um deles sendo o rolo motriz e o outro o conduzido, que tem por função transmitir movimento às correias transportadoras, Bronson e McDowell (2010), que podem ser vistas na Figura 8.



Figura 8: Detalhe da correia transportadora. Fonte: The Combine Forum (2011)

Conforme Bronson e McDowell (2010), uma das vantagens de uma plataforma de corte com o conceito de correias transportadoras é que grandes quantidades de material podem ser transportados sem obstruções. Com uma plataforma de corte equipada com transportador helicoidal, o material colhido pode ficar travado entre o transportador helicoidal e a chapa traseira do chassi da plataforma causando a parada da colhedora. Com uma plataforma equipada com correias transportadoras, o material colhido é transportado no topo da correia, diminuindo a possibilidade de que o material fique travado em algum outro componente da plataforma de corte. Segundo Wikipédia (2012), plataformas com correias transportadoras permitem que o material movimente-se mais rápido pela plataforma do que em uma plataforma com transportador helicoidal, aumentando a produtividade da colhedora devido à menor solicitação de potência do motor. Uma plataforma equipada com correias transportadoras pode ser vista na Figura 9.



Figura 9: Plataforma de corte com correias transportadoras. Fonte: Honey Bee (2011)

2.3 AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS DURANTE A COLHEITA

As perdas de grãos provocadas pela colhedora durante a colheita podem ocorrer na plataforma de corte, no cilindro de trilha, no saca-palhas, nas peneiras superior e inferior. As perdas no saca-palhas são consideradas de separação e das peneiras superior e inferior, de limpeza. A avaliação das perdas é feita através de determinações no campo, onde se recolhe o material em condições normais de operação da colhedora, se faz a separação dos grãos perdidos, obtendo-se o peso dos mesmos e convertendo-se o valor encontrado em perda por unidade de área, normalmente o hectare, ou perda em porcentagem do total de grãos disponíveis para colheita, Balastreire (1987), Castro e Ferreira (2007).

As perdas na plataforma de corte são avaliadas parando-se a colhedora, a qual deve estar em operação normal, e dando-se marcha ré por um espaço no máximo igual ao comprimento da colhedora. Neste espaço se faz a demarcação da área a ser coletada, da mesma dimensão que a utilizada para a avaliação das perdas naturais e se procede a coleta dos grãos soltos e pedaços de vagens ou espigas de outros órgãos que contenham os grãos, Balastreire (1987) e Lima (2008).

A velocidade angular excessiva do molinete causa perdas principalmente pelo impacto das pás sobre os órgãos das plantas que contém os grãos, pela aceleração transmitida às plantas e pelo atrito com as plantas vizinhas. Velocidades mais baixas que as recomendadas para a cultura em questão, causarão a inclinação das plantas na direção do deslocamento da máquina, fazendo com que elas sofram mais que um corte e aumentando, portanto, as perdas. Se o molinete estiver muito alto em relação à cultura, as plantas cortadas se acumulam na barra de corte,

provocando perdas excessivas, ou então, se a cultura estiver infestada de ervas daninhas, estas se enrolam no molinete. A manutenção da barra de corte deve ser feita de forma a evitar o desgaste ou folgas excessivas, que provocam o corte irregular das plantas colhidas e, portanto, aumento nas perdas, Balastreire (1987).

As perdas no cilindro de trilha e peneiras são calculadas apartir do material coletado na traseira da máquina, de preferência com duas cortinas separadas, uma para o saca-palhas e a outra para as peneiras superior e inferior, que vão sendo desenroladas à medida que a máquina avança no espaço demarcado para a determinação. Os grãos soltos são separados obtendo-se a perda dos grãos, na peneira superior e inferior. Os grãos ainda ligados às espigas ou vagens ou outros órgãos, dependendo da cultura em estudo, se constituem nas perdas do cilindro de trilha, Balastreire (1987) e Lima (2008).

Uma maneira prática de se obter o valor total dessas perdas, sem, todavia poder separá-los pelos diferentes mecanismos é amostrar uma área no chão como feito anteriormente, após a passagem da máquina, obtendo-se a quantidade total dos grãos perdidos. Subtraindo-se desse total as perdas da plataforma de corte e as perdas naturais, têm-se as perdas do cilindro de trilha, mais aquelas da peneira superior e inferior, Balastreire (1987).

O peso das sementes coletadas pode ser estimado apartir do conhecimento do peso de um número conhecido de grãos da cultura sendo colhida. A título de exemplo, pode-se citar que 100 sementes de soja de tamanho pequeno pesam aproximadamente 12 gramas e de tamanho grande 19 gramas. Esses valores podem facilmente ser obtidos para outras culturas pelo próprio produtor, Balastreire (1987) e Lima (2008).

A identificação de um problema relacionado com o trabalho da colhedora no campo permite a redução das perdas, desde que, uma vez identificado o problema, a solução seja facilmente visualizada. Como a colhedora de grãos é uma máquina complexa, nem sempre a identificação do problema permite uma rápida visualização da solução, Balastreire (1987).

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para realizar a avaliação de desempenho de duas plataformas de corte, foram utilizadas duas plataformas com largura de corte total de 9,1m acopladas em colhedoras de grãos de mesmo modelo. A avaliação foi realizada na cultura da soja com produtividade aproximada de 3300 quilogramas por hectare, cultivada em terreno plano. A lavoura localizava-se na região de Rio Verde-GO.

Para definir o índice de perdas de cada plataforma, foram coletados os grãos em áreas de um metro quadrado nas duas extremidades e no centro da plataforma, os grãos coletados nestas áreas foram pesados, no total foram realizadas seis medições em diferentes velocidades de deslocamento da colhedora. As medições foram realizadas colhendo por uma distância de 30 metros e após isso foi dado marcha ré com a colhedora para expor a área colhida onde a contagem de grãos foi realizada e também para que as perdas de grãos da colhedora não afetassem o resultado das perdas de grãos da plataforma de corte.

Foram demarcadas seis áreas de um hectare onde cada plataforma foi usada para colher cada uma destas áreas. Foi cronometrado o tempo que cada uma das colhedoras equipadas com suas respectivas plataformas levou para colher cada uma destas áreas, sendo possível definir a produtividade de cada conjunto plataforma e colhedora em hectares por hora. Além de medir a produtividade, nesta mesma área foi medido o consumo de combustível de cada colhedora. Para medir o consumo de combustível por hectare, cada uma das colhedoras começou a colher a área de um hectare com o tanque de combustível cheio e no término de cada hectare foi enchido o tanque novamente e medido quanto combustível foi gasto para colher a área demarcada.

Com o objetivo de identificar a altura de corte de cada plataforma em função da velocidade de deslocamento da colhedora, foram realizadas medições da altura dos caules das plantas de soja após o corte. Para realizar a medição, foi variada a velocidade das colhedoras de 1,0 a 5,5 km/h e mediu-se a altura do caule cortado pela plataforma de corte em diferentes velocidades de deslocamento.

Antes de iniciar a avaliação de desempenho, ambas as máquinas foram ajustadas em sua melhor configuração para a cultura onde a avaliação de

desempenho será realizada. Após isso foram realizados pré-testes com o objetivo de certificar de que ambas as colhedoras estejam em sua melhor configuração de forma a garantir o melhor desempenho. Também foi realizada uma inspeção rápida nas colhedoras e também a limpeza de ambas, removendo qualquer material estranho que possa existir e venha a interferir no resultado da avaliação.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PERDAS DE GRÃOS

Com o resultado das seis medições de perdas de grãos com velocidade de colheita variando de 4,0 a 9,0 km/h, foi realizada a média das perdas totais de cada plataforma e após calculando o percentual de perdas de uma plataforma de corte com relação à outra, conclui-se que a plataforma equipada com transportador helicoidal tem um índice de perdas de grãos 32% maior do que a plataforma com correias transportadoras e que o índice e perdas aumenta em função da velocidade de colheita desempenhada pela colhedora de grãos. Pode-se concluir que a plataforma com correias transportadoras é impactada positivamente por este conceito, pois durante a colheita os grãos não são expelidos para fora da plataforma como acontece na plataforma equipada com transportador helicoidal.

Durante a avaliação notou-se que o sem-fim transportador expelle grãos para fora da plataforma, como a umidade do grão era de aproximadamente 10%, as vagens abriam-se com facilidade. Devido ao movimento rotacional do sem-fim transportador as vagens se abriam e os grãos eram expelidos, fato este que não ocorreu na plataforma com correias transportadoras porque estas possuem movimento longitudinal.

Tabela 1

Perdas de grãos em cada modelo de plataforma em função da velocidade de deslocamento da colhedora de grãos

Velocidade de deslocamento (km/h)	Plataforma com correias transportadoras (kg)	Plataforma com transportador helicoidal (kg)
4,0	0,0060	0,0080
5,0	0,0062	0,0083
6,0	0,0064	0,0085
7,0	0,0066	0,0087
8,0	0,0068	0,0089
9,0	0,0070	0,0091

A Figura 10 apresenta o gráfico de perdas de grãos em função da velocidade.

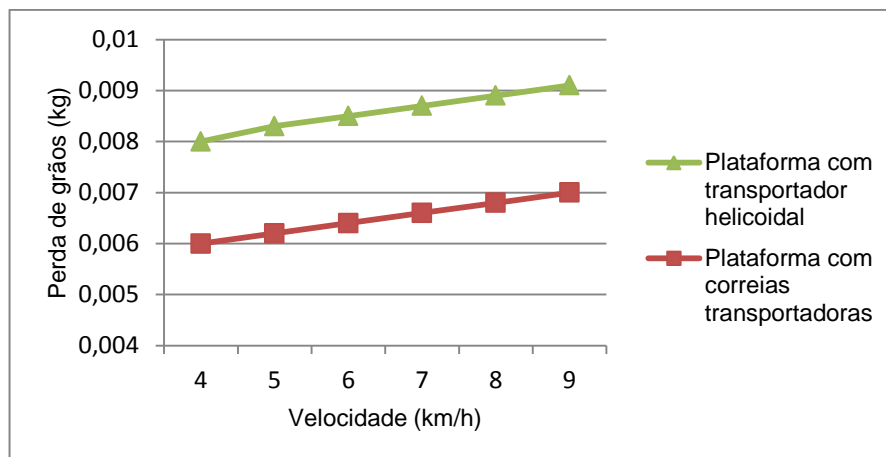


Figura 10: Perdas de grãos

4.2 PRODUTIVIDADE

Depois de realizadas a avaliação, constata-se que a plataforma equipada com correias transportadoras teve produtividade maior do que a plataforma equipada com transportador helicoidal. A Tabela 2 apresenta a quantidade de área colhida durante o intervalo de tempo de uma hora, com base nos resultados obtidos por cada plataforma durante a avaliação de desempenho, foi realizada a média de área colhida por cada uma. A plataforma de corte equipada com correias transportadoras colheu 0,55 hectares por hora a mais do que a plataforma equipada com transportador helicoidal, isso se deve principalmente a dois fatores:

- A plataforma mais produtiva tem transmissão dupla na barra de corte, o que incrementa a capacidade de corte da plataforma, permitindo que a colhedora imprima maiores velocidades de colheita;
- As correias transportadoras transportam o material colhido de maneira mais uniforme, desta forma não ocorre sobrecarga sobre o sistema de trilha e separação da colhedora.

No período das 15:00 horas a plataforma equipada com transportador helicoidal apresentou produtividade menor em comparação à outra plataforma, isso deve-se à baixa umidade do grão naquele momento o que facilita a abertura das vagens de soja pelo transportador helicoidal, neste momento o operador da colhedora teve que reduzir a velocidade de deslocamento devido ao aumento das perdas de grãos na plataforma, impactando a produtividade naquele período.

Tabela 2

Área colhida em hectares por cada plataforma durante o intervalo de uma hora

Plataforma com correias transportadoras (ha)	Plataforma com transportador helicoidal (ha)
3	2,5
2,8	2,4
2,9	2,3
3	2,5
3,1	2,3
2,9	2,4

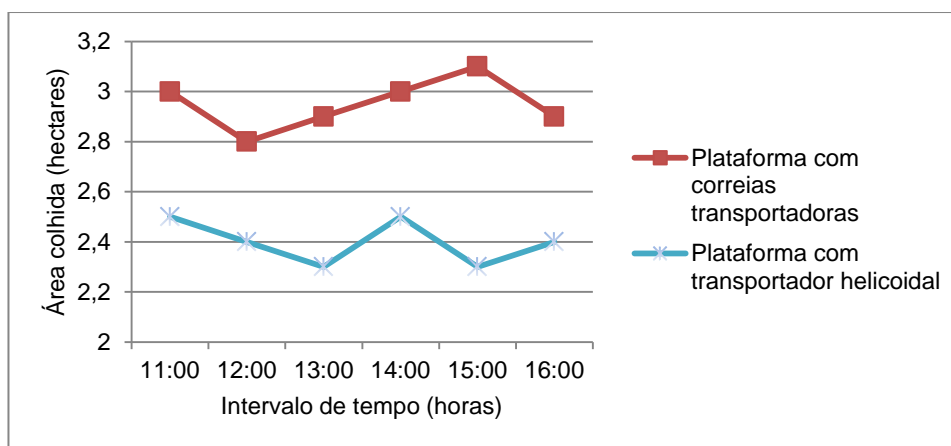


Figura 11: Produtividade

4.3 CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

A Figura 12 apresenta os resultados obtidos depois de realizar a medição de consumo de combustível das colhedoras usadas durante a avaliação de desempenho das duas plataformas de corte, conclui-se que a plataforma de corte com correias transportadoras contribui para a redução no consumo de combustível da colhedora de grãos. Com o resultado das seis medições do consumo de combustível de cada uma das colhedoras equipadas com os dois modelos de plataformas de corte foram realizadas as médias de consumo de consumo de combustível de ambas, os resultados das medições são apresentados na Tabela 3. A colhedora que estava equipada com a plataforma com correias transportadoras consumiu em média 3,1 litros de óleo diesel a menos do que a colhedora equipada com a plataforma com transportador helicoidal.

O principal fator contribuinte para o menor consumo de combustível é de que as correias transportadoras transportam o material colhido de maneira mais uniforme, desta forma não ocorre sobrecarga sobre o rotor da colhedora o que demandaria mais potência do motor e conseqüentemente aumento do consumo de combustível.

Tabela 3

Combustível consumido em litros para colher um hectare

Plataforma com correias transportadoras (L)	Plataforma com transportador helicoidal (L)
19	22
20	22,5
19,5	23
18	22
21	24
20,5	23

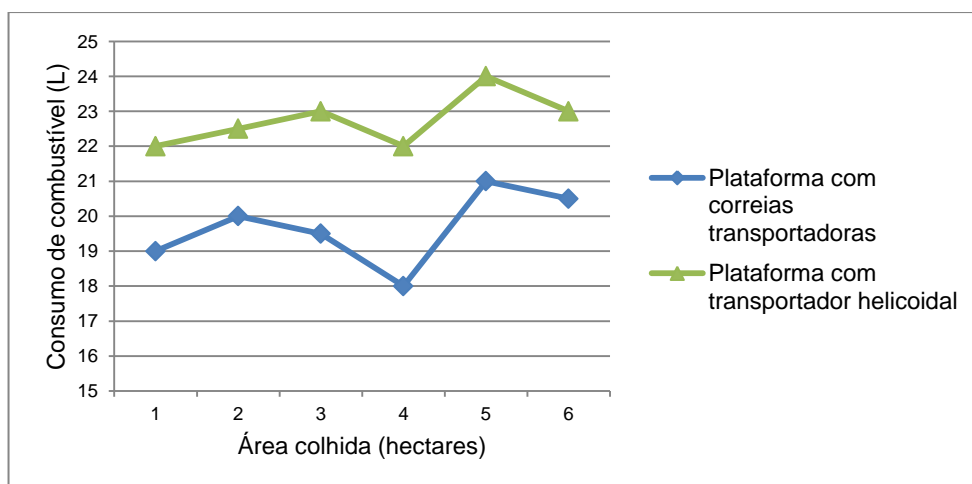


Figura 12: Consumo de combustível

4.4 ALTURA DE CORTE

A Figura 13 apresenta o gráfico da variação da altura de corte em função da velocidade de deslocamento desempenhada pela colhedora. As duas plataformas de corte tiveram a mesma altura de corte de plantas com velocidade de 1,5 km/h, porém a situação inverteu-se quando a velocidade de deslocamento foi aumentada. A plataforma com correias transportadoras apresentou uma altura de corte de plantas cerca de 20 milímetros menor do que a plataforma equipada com

transportador helicoidal quando a velocidade de deslocamento da colhedora variou de 1,5 km/h a 4,5 km/h.

A variação na altura de corte ocorreu devido à diferença no curso do sistema de flutuação da barra de corte das duas plataformas. Na plataforma equipada com transportador helicoidal o curso da flutuação da barra de corte é de cerca de 150 milímetros para deslocamento vertical, enquanto na plataforma com correias transportadoras o mesmo mecanismo possui curso de 190 milímetros. O maior curso da flutuação da barra de corte propicia uma altura de corte mais baixo pelo fato da plataforma ter menos dependência do sistema eletro-hidráulico da colhedora, sendo que o ajuste da altura de corte é realizado mecanicamente antes de acionar o controle automático de altura de corte.

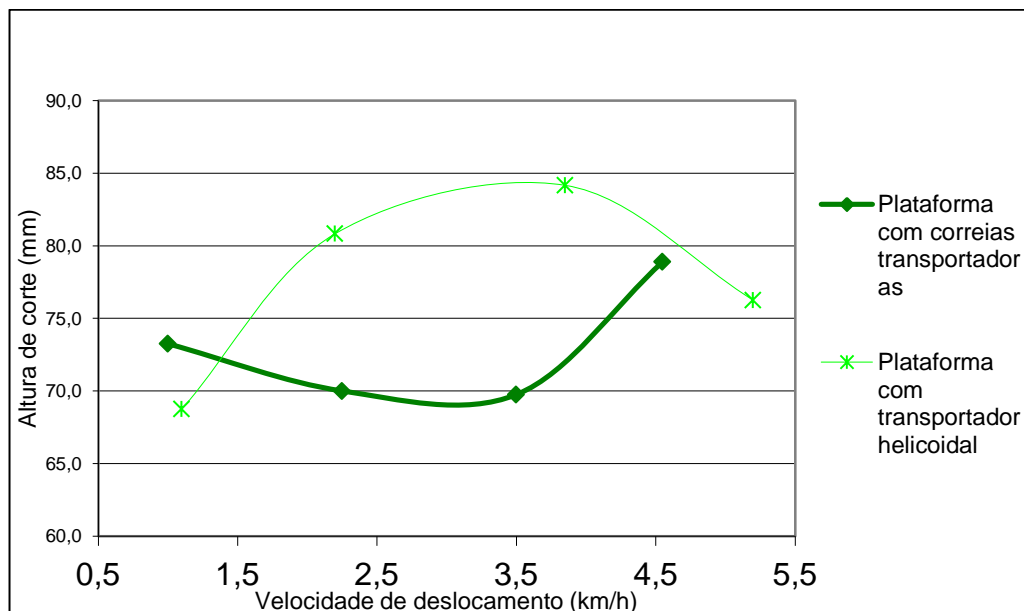


Figura 13: Altura de corte em função da velocidade de deslocamento

5 CONCLUSÕES

Após a realização da avaliação de desempenho realizada entre as duas plataformas de corte, pode-se afirmar que a plataforma equipada com correias transportadoras apresenta melhor desempenho do que a plataforma equipada com transportador helicoidal, conforme evidenciado abaixo:

- A plataforma com transportador helicoidal apresentou um índice de perdas de grãos 32% maior que a plataforma com correias transportadoras, o que se reflete no aumento dos custos de produção da cultura.
- A colhedora de grãos que esteve equipada com a plataforma de corte com correias transportadoras teve produtividade superior comparada com a colhedora equipada com a plataforma com transportador helicoidal.
- Com relação ao consumo de combustível da colhedora, a plataforma com correias transportadoras contribui para a diminuição do consumo de combustível durante a colheita da soja na condição onde foi realizado o teste.
- A plataforma de corte equipada com correias transportadoras apresentou altura de corte de planta menor que a plataforma equipada com transportador helicoidal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Editora Manole LTDA, 1987.

BRONSON, E. C.; MCDOWELL T. A.; **Agricultural Harvester with Accelerated Draper Belt Unload**. Estados Unidos da América, patente 20100223896. 09 set 2009.

CASTRO, L. H. S.; FERREIRA, J. A. **Colhedora Axial**. 2007. Trabalho Acadêmico da disciplina Análises de Máquinas Agrícolas – Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba, 2007. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/74786177/Colhedora-Axial-Jose-Arantes-Leonardo-Humberto>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

AGROSHOPMT. Colheitadeiras. Disponível em: <<http://www.agroshopmt.com.br/9650.html>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

CONCEITO COLHEITADEIRAS DE GRÃOS JOHN DEERE SÉRIE 70 STS. John Deere. Disponível em: <http://www.deere.com.br/pt_BR/ag/products/new-equipment/combindes/serie70/conceito.html>. Acesso em: 06 nov. 2011.

COSECHADORA 1550. John Deere. Disponível em: <http://www.deere.com.ar/es_AR/ag/old_products/combindes/afondo/masca1550/1550_trilla.html>. Acesso em: 06 nov. 2011.

EMBRAPA. Agência de informação Embrapa colhedora automotriz. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_114_262003155847.html>. Acesso em: 15 nov. 2011.

HONEY BEE. Grain belt plus. Disponível em: <<http://www.honeybee.ca/gbp.php>>. Acesso em 12 nov. 2011.

HORSES ALL. **Rotor Axial**. Horses All. Disponível em: <<http://www.horsesall.com/Article.aspx?ID=10632>>. Acesso em: 12 nov. 11.

LIMA, C. M. **Desempenho de colhdoras de uma e duas fileiras, semi-montadas para colheita mecanizada direta de milho**. 2008. Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11148/tde.../carlosmagno.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

SIMTRACTOR. Colhedora de Grãos. SimTractor. Disponível em: <<http://www.simtractor.com/forum/viewtopic.php?t=10797&sid=74e30eb168dd012608f06bca3d86a91e>>. Acesso em: 12 nov. 2011.

UFV. **Pós Colheita: Tecnologia, Pesquisa e Informação**. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.ufv.br/poscolheita/Parte3/Cereal/CerealWeb/Introducao_index.htm>. Acesso em 15 nov. 2011.

WIKIPEDIA. **COMBINE HARVESTER**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Combine_harvester>. Acesso em 10 nov. 2012.