

Programa Agricultura de Precisão

Agricultura de Precisão na Colheita de Grãos

» Módulo 2: Como funcionam as colhedoras de grãos

Ficha técnica

2015. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Goiás - SENAR/AR-GO

INFORMAÇÕES E CONTATO

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Goiás - SENAR/AR-GO
Rua 87, nº 662, Ed. Faeg, 1º Andar: Setor Sul, Goiânia/GO, CEP: 74.093-300
(62) 3412-2700 / 3412-2701
E-mail: senar@senargo.org.br
<http://www.senargo.org.br/>
<http://ead.senargo.org.br/>

PROGRAMA AGRICULTURA DE PRECISÃO

PRESIDENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

José Mário Schreiner

TITULARES DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

Daniel Klüppel Carrara, Alair Luiz dos Santos, Osvaldo Moreira Guimarães e
Tiago Freitas de Mendonça.

SUPLENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

Bartolomeu Braz Pereira, Silvano José da Silva, Eleandro Borges da Silva,
Bruno Heuser Higino da Costa e Tiago de Castro Raynaud de Faria.

SUPERINTENDENTE

Eurípedes Bassamurfo da Costa

GESTORA

Rosilene Jaber Alves

COORDENAÇÃO

Fernando Couto de Araújo

IEA - INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS S/S

Conteudistas: Renato Adriane Alves Ruas e Juliana Lourenço Nunes Guimarães

TRATAMENTO DE LINGUAGEM E REVISÃO

IEA: Instituto de Estudos Avançados S/S

DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO

IEA: Instituto de Estudos Avançados S/S

Módulo 2

» Como funcionam as colhedoras de grãos



Fonte: Case IH <<http://www.caseih.com>>.

Você sabe dizer quais são as atividades realizadas por uma colhedora? Pois bem, as colhedoras são máquinas responsáveis por:

- cortar;
- conduzir o material colhido para o interior da colhedora;
- separar a planta dos grãos;
- realizar a limpeza;
- posicionar o grão em um tanque graneleiro e ensacá-lo.

Para tanto, ela é formada por vários mecanismos que realizam cada etapa de forma sincronizada, e que são configurados de acordo com a **característica morfológica** de cada tipo de lavoura a ser colhida. Atualmente, todos os mecanismos das colhedoras são passíveis de adaptação, ou seja, é possível instalar sensores para monitorar o seu funcionamento e reduzir as perdas que, em geral, acabam sendo elevadas. Assim, é muito importante dominar o conhecimento técnico sobre o funcionamento da colhedora para que você possa identificar possíveis boas adaptações para a Agricultura de Precisão.

Característica Morfológica

Do termo “morfologia”, que estuda as formas que uma matéria pode tomar. Neste caso, se refere aos diferentes portes de plantas, bem como a forma de produção de grãos (espiga, vagem, panícula etc.).

Lembre-se de que para os momentos em que você não pode estar conectado à internet, disponibilizamos um arquivo com o conteúdo deste módulo. Mas atenção: você deve retornar ao Ambiente de Estudos para realizar as atividades.

Siga em frente e bons estudos!

Aula 1

Sensores e mecanismos da colheita de grãos

A colheita mecanizada de grãos se destaca como uma importante operação para manter a qualidade dos alimentos produzidos no campo. Entre as vantagens desta tecnologia, destacam-se:

- rápida retirada do produto a ser colhido do campo, evitando que ele fique exposto ao ataque de pragas, doenças, plantas daninhas e intempéries, o que certamente reduziria a qualidade dos grãos colhidos;
- liberação da área mais cedo para início de uma nova lavoura, permitindo o estabelecimento de mais safras na mesma área por ano;
- rapidez na comercialização do produto final, o que assegura retorno financeiro mais rápido para o produtor;
- menor custo de produção, uma vez que, comparativamente à colheita manual, a colheita mecanizada possui uma eficiência muito superior, garantindo menor custo por hectare colhido.

Assim, os objetivos específicos desta aula são:

- reconhecer as vantagens dos sensores que equipam as colhedoras de grãos.; e
- visualizar as principais aplicações dos sensores nas colhedoras de grãos.

Tópico 1

Funcionamento de uma colhedora

A colheita mecanizada de grãos deve ser realizada adotando-se critérios técnicos para evitar perdas e prejuízos ao produtor. Estima-se que para a colheita de grãos mecanizada, perdas na faixa de 3 a 5% são aceitáveis. Mas, não raro, essas perdas podem ultrapassar cifras de 20%, considerando-se apenas a operação realizada no campo.

Se somarmos essas perdas àquelas que ocorrem no transporte, armazenamento e comercialização, estima-se que quase a metade dos alimentos produzidos no mundo é desperdiçada. Este índice contribui para elevação dos custos ao consumidor final, restringindo o acesso ao alimento às classes sociais economicamente menos favorecidas.

Diante desse cenário, o papel de produtores, engenheiros, técnicos e operadores responsáveis pela realização da colheita adquire um caráter socioeconômico, devendo a colheita ser realizada com o mínimo de perdas possíveis. Para tanto, os profissionais devem conhecer adequadamente o funcionamento da máquina e estar atualizados quanto às novas tecnologias que estão disponíveis para o aprimoramento da operação.

Dentre essas tecnologias, destacam-se aquelas desenvolvidas com os aprimoramentos proporcionados pela Agricultura de Precisão, que podem ser adotadas em diversas partes das colhedoras em geral.

O funcionamento de uma colhedora de cereais é bastante complexo e dinâmico, pois todos os mecanismos constituintes da máquina operam em sintonia com o objetivo de entregar um grão limpo, inteiro e, às vezes, ensacado. Em alguns desses mecanismos podem ser instalados sensores para desempenhar importantes funções no monitoramento da colheita.

Navegue pelo infográfico para explorar algumas partes da colhedora, e veja, nas abas logo abaixo, detalhes sobre o funcionamento da máquina e também sobre sensores específicos para cada função.



Mecanismo de Corte e alimentação



Esteira de Alimentação



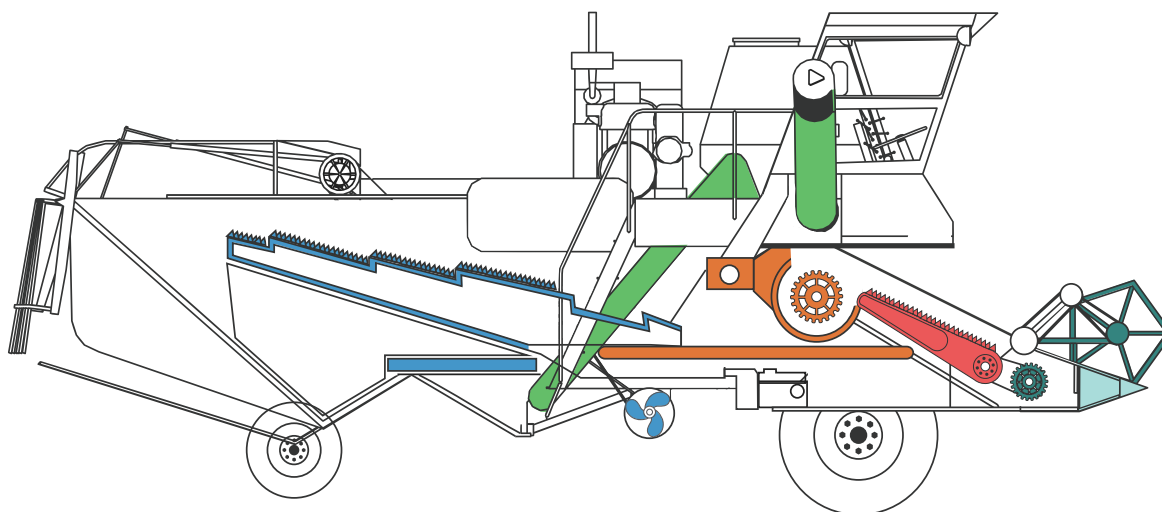
Mecanismo de Trilha



Mecanismo de limpeza e separação



Elevador de grãos



Fonte: <<http://www.agrolink.com.br/sementes/TecnologiaSementes/Colheita.aspx>>.

1. Mecanismo de corte

O mecanismo de corte tem a função de cortar a planta sem deixar o grão cair no solo. Para tal, as colhedoras são dotadas de plataformas de cortes com diferentes tipos de configuração, de acordo com as características morfológicas da lavoura a ser colhida.

Em geral, essas plataformas são intercambiáveis, ou seja, uma mesma colhedora pode operar plataformas para diferentes culturas, como soja, milho, feijão, arroz e trigo.

Na colheita, as vagens (soja) ou espigas (milho) colhidas são direcionadas para o centro da plataforma por meio de uma rosca sem-fim e depois enviadas para a esteira de alimentação.

2. Esteira de alimentação

O mecanismo de alimentação é constituído por uma esteira condutora ou rolo alimentador que conduz o material colhido para as partes internas da colhedora. Em geral, é uma parte que gera poucas perdas.

3. Menismo de trilha

O mecanismo de trilha é o “coração” da colhedora de grãos. Ele tem a importante função de separar os grãos da parte da planta no qual estão inseridos, realizando, portanto, a trilha ou debulha. Ele é formado por cilindro de trilha, côncavo e batedor.

Primeiramente, a maior parte dos grãos soltos (80%) passa pelo côncavo, uma estrutura perfurada que recobre o cilindro em uma angulação de aproximadamente 120°.

Em seguida, os grãos são direcionados para a peneira inferior dos mecanismos de separação e limpeza. O batedor tem a finalidade de retirar o material trilhado do mecanismo de trilha e direcioná-lo para a peneira superior do mecanismo de separação e limpeza. Ele gira no mesmo sentido do cilindro de trilha, forçando a saída do material do cilindro.

4. Mecanismo de limpeza e separação

O mecanismo de limpeza é constituído por peneiras superiores (inclinadas), inferiores (horizontais) e um ventilador. O ventilador faz a limpeza basicamente empurrando a produção nas peneiras superiores, de forma que o material mais leve (palhas) seja lançado pra fora da colhedora, enquanto o mais pesado (grãos ainda presos a sabugos) é direcionado para as peneiras inferiores.

As peneiras inferiores têm abertura ajustável e fazem a limpeza fina do material trilhado, permitindo a passagem de grãos eventualmente ainda misturados com a palha. O ajuste dessa abertura constitui uma importante fonte de perdas, sendo necessário conhecer bem a morfologia do grão a ser colhido para ajustá-la adequadamente.

No final desse mecanismo fica o **picador de palha**, constituído por lâminas móveis que têm a função de triturar a palhada que sai da colhedora e é depositada no solo. Isso traz várias vantagens para o solo, pois o material se espalha de forma mais homogênea, possibilitando melhor cobertura da área, conservando a umidade e dificultando o surgimento de plantas daninhas.

5. Elevador de grãos

Ao passar pela peneira, os grãos limpos caem em uma espécie de cocho contendo uma rosca sem-fim que direciona os grãos para uma estrutura conhecida como elevador de canecos ou conchas. O elevador é responsável por conduzir os grãos para o tanque graneleiro ou para um tubo de saída direcionado para uma carreta tracionada por um trator que se desloca em paralelo à colhedora.

Mecanismo de corte

Plataformas utilizadas para colher **soja, arroz e trigo**, por exemplo, são dotadas de uma barra de corte que trabalha rente ao solo, e de um molinete.



Fonte: New Holland/blog.mfrural.com.br/

Já as plataformas utilizadas para colher **milho** possuem um rolo espigador e uma placa de bloqueio que operam em conjunto para separar a espiga do corpo da planta.



Fonte: John Deere

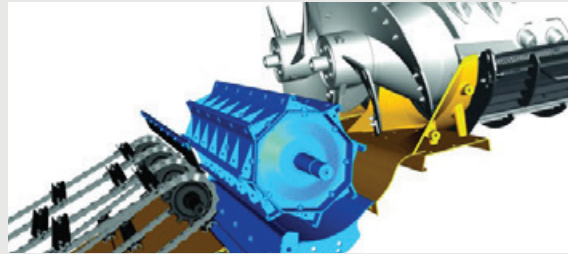
Uma questão muito importante a ser observada quanto às plataformas de corte é a altura em que elas cortam a planta, principalmente para culturas mais baixas, como a soja e o feijão. Nesse caso, o uso de sensores adquire ainda mais importância porque possibilita também monitorar as irregularidades que podem existir no solo, mantendo sempre a mesma distância para o corte das plantas. Uma variação na distância pode resultar em perdas se a plataforma cortar a planta em uma altura superior ao ponto de inserção da primeira vagem nas lavouras de soja e de feijão.

Sensores podem ser utilizados para monitorar e ajustar automaticamente a velocidade de rotação dos molinetes responsáveis pela condução da parte aérea das plantas até a barra de corte. Velocidades muito elevadas podem empurrar a parte aérea das plantas, causando tombamento e impedindo que a máquina as recolha.

Outra importante informação que deve ser obtida na plataforma de corte é a sua largura de ataque, com a qual, juntamente com informações obtidas por sensores de velocidade, pode-se determinar uma distância percorrida e, assim, calcular a área colhida pela colhedora. A área colhida será empregada posteriormente para cálculo da produtividade.

Mecanismo de Trilha

O cilindro de trilha é formado por uma estrutura cilíndrica dotada de barras ou dentes que impactam o material pressionando-o contra o côncavo, realizando a trilha. Eles podem se localizar paralelamente à máquina ou perpendicularmente a ela, sendo denominados cilindros **axiais** (de eixo) ou **radiais** (de raio), respectivamente.



Fonte: <<http://www.vidarural.pt/news.aspx?menuid=8&eid=7731>>.

Dois fatores são fundamentais para o bom funcionamento do mecanismo de trilha: a velocidade de rotação do cilindro e a abertura entre o cilindro e o côncavo.

A rotação deve ser ajustada de acordo com a **umidade** dos grãos no momento da colheita. Grãos mais úmidos requerem maiores rotações para serem trilhados. Se a velocidade do cilindro não for adequada para o grau de umidade em que os grãos se encontram, há perda de grãos da lavoura. Nesse contexto, os sensores podem ser muito úteis para monitorar a umidade dos grãos na trilha, e realizar o ajuste automático da rotação do cilindro. Eles podem ser instalados no mecanismo de alimentação ou próximos à plataforma de corte.

Já a abertura existente entre o cilindro de trilha e o côncavo é ajustável de acordo com a espécie vegetal colhida. Para o milho, ela deve ser compatível com o **diâmetro das espigas** sob pena ou de aumentar as perdas por quebra caso o espaço seja reduzido, ou de não percorrer a trilha, caso o espaço seja muito grande. Esse ajuste deve ser feito antes do início da operação.

No caso da colheita da soja, os sensores podem detectar a quantidade de material que se desloca pela esteira de alimentação e ajustar a abertura entre cilindro e côncavo para uma trilha mais adequada.

Mecanismo de Limpeza



Fonte: <<http://www.agrolink.com.br/sementes/TecnologiaSementes/Colheita.aspx>>.

O ventilador fica posicionado na parte de baixo da peneira inferior e sopra a palha para fora da colhedora. Entretanto, quando mal regulado, o aparelho pode produzir uma corrente de ar muito forte e desperdiçar grãos limpos lançando-os para fora, causando perdas na produção. O ventilador, portanto, deve ser ajustado de acordo com o fluxo de massa trilhado e com a densidade dos grãos colhidos.

É possível instalar **sensores** na parte mais alta da peneira, próximos da saída da máquina, a fim de monitorar essas perdas.

Separação/elevador de grãos

As colhedoras de grãos podem ter um tanque graneleiro próprio ou descarregar a produção simultaneamente em um veículo-tanque que se locomove paralelamente.



Fonte: <<http://titanoutletstore.com/worldwide-crop-yields-where-does-the-u-s-rank/>>.

No tubo de elevação dos grãos limpos, as colhedoras mais sofisticadas possuem um importante sensor que é responsável pelo monitoramento da quantidade de massa de grãos que passa por ali. Essa informação é associada à informação da área colhida, assim, pode-se calcular a produtividade (kg ha⁻¹) do local por onde a colhedora se deslocou. Ao final, é possível gerar um mapa de variabilidade da produtividade da lavoura.

Axiais

Algumas empresas estão investindo em colhedoras com cilindros axiais duplos, pelo fato de permitirem colher com velocidades mais elevadas e proporcionarem melhor trilhagem (já que o material permanece em contato com o sistema de trilha por mais tempo).

Umidade

A umidade também pode variar de acordo com as condições climáticas entre dias consecutivos ou ainda em um mesmo dia. É comum ocorrerem alterações entre os turnos da manhã, quando há maior presença de umidade, e à tarde, quando normalmente a umidade do ar reduz.

Diâmetro das espigas

Com os grandes avanços de melhoria genética, atualmente as espigas têm tamanhos padronizados para um mesmo cultivo, dispensando muitos ajustes para a mesma lavoura.

Sensores

Estes sensores de perda de produção permitem ao operador ajustar outros mecanismos da colhedora de acordo com as informações coletadas, portanto, contribuem com a qualidade da colheita de grãos como um todo.

Saiba Mais

Que tal visualizar uma animação com o funcionamento dos mecanismos internos de uma colhedora de grãos? Dividimos por marca e modelo para você conhecer diferentes opções de colhedora.

Massey Ferguson:

<https://www.youtube.com/watch?v=RMU0goBWRjY> ou <<https://goo.gl/Jokuvk>>.

New Holland Claas Lexion 600:

<https://www.youtube.com/watch?v=QpMsuXxPt1Y> ou <<https://goo.gl/H1bSFw>>.

New Holland Claas Lexion 780:

<https://www.youtube.com/watch?v=5gw13IDdQA4> ou <<http://goo.gl/KkJPYe>>.

Portanto, as colhedoras dotadas de sensores para monitoramento dos seus mecanismos possibilitam reduzir consideravelmente as perdas observadas nas colhedoras convencionais.

Os sensores são conectados a um monitor que apresenta ao operador todos os dados coletados, permitindo a tomada de decisão sobre ajustes necessários em outras partes da máquina. Em sistemas mais sofisticados, esses ajustes são realizados automaticamente sem a intervenção do operador.

Recapitulando

As colhedoras de grãos são constituídas por mecanismos complexos que atuam de forma sincronizada. Os principais mecanismos existentes nelas são: mecanismo de corte, de alimentação, de trilha, de separação e limpeza. O mecanismo de corte é formado por plataformas intercambiáveis que podem ser dotadas de sensores para monitorar a altura de corte e evitar as perdas. O mecanismo de trilha é a parte mais importante da colhedora e necessita ser ajustado quanto à velocidade de rotação e à abertura entre o cilindro e o côncavo. Essas informações podem ser obtidas por sensores de umidade dos grãos e enviadas para ajustes do mecanismo de trilha. O mecanismo de separação e limpeza pode ser dotado de sensores para monitoramento das perdas e consequente ajuste nos demais mecanismos.

Aula 2

Tipos de sensores mais utilizados nas colhedoras de grãos

Você já estudou que as colhedoras de grãos são máquinas passíveis de serem monitoradas em diversas partes, tendo em vista principalmente a sua complexidade de funcionamento. Assim, muitos modelos já saem de fábrica com diversos sensores embarcados. Mas pode acontecer também de alguns desses sensores serem adaptados em máquinas já em utilização. Mas para que isso ocorra da melhor forma possível, é bem importante que as máquinas estejam em bom estado de conservação, sob pena de comprometer seu funcionamento geral.

De modo geral, apesar de existirem diversos sensores nas colhedoras, eles são utilizados para monitorar a produtividade e evitar perdas, devendo ser ajustados para apresentarem dados confiáveis.

Portanto, ao final desta aula, espera-se que você tenha alcançado os seguintes objetivos:

- reconhecer os principais sensores utilizados nas colhedoras de grãos; e
- identificar as formas de utilização dos sensores nas diferentes partes constituintes das colhedoras de grãos.

Tópico 1

Visão geral de sensores

Tendo em vista as inúmeras vantagens oferecidas pelos avanços da Agricultura de Precisão na operação de colheita de grãos, muito produtores têm optado por adquirir máquinas que já venham com um pacote completo de recursos informatizados para monitorar os mecanismos que compõem a máquina.

De todo modo, o mercado também oferece diversos recursos que podem ser adaptados a colhedoras convencionais.



Fonte: Plantium <<http://www.plantium.com.br/images/KIT-COLHEITA.png>>

Como já dito, é muito importante ressaltar a necessidade de a colhedora apresentar bom estado de conservação para não comprometer o funcionamento geral de todo o sistema de monitoramento.

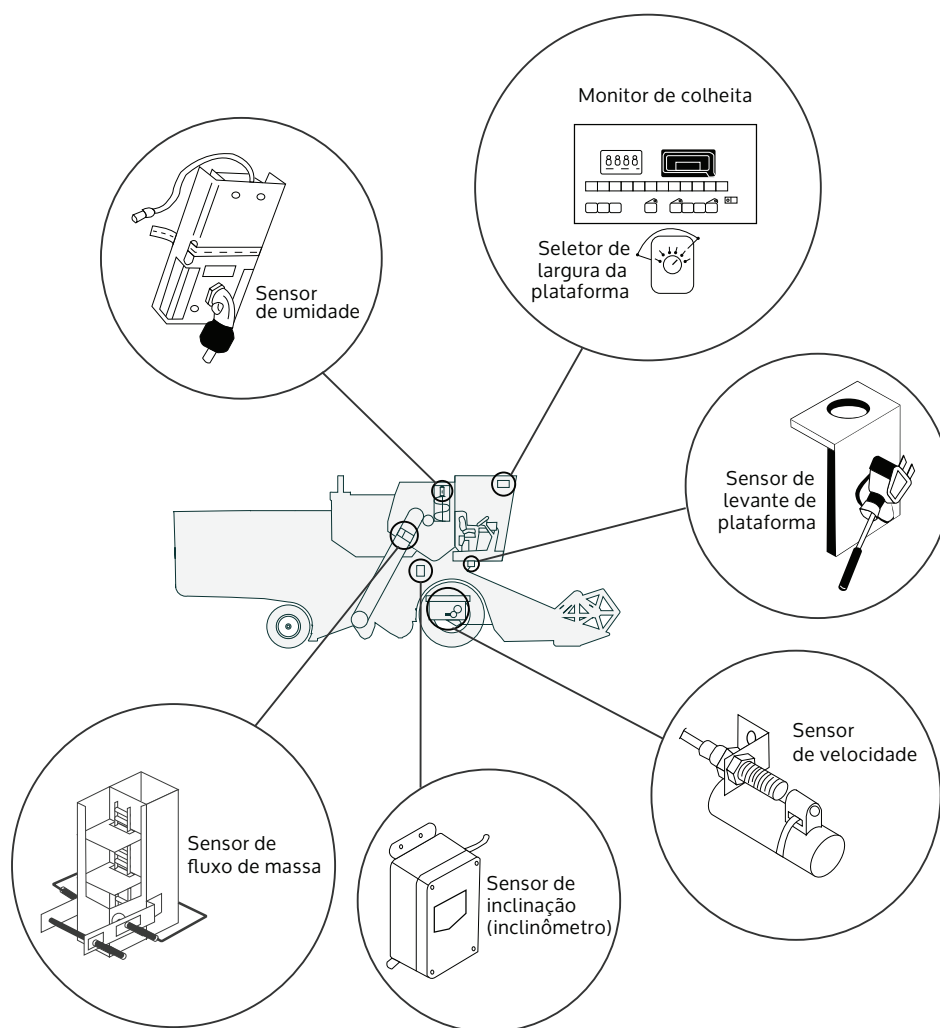
Atualmente, tem-se observado que alguns produtores, empolgados com os diversos dispositivos ofertados pela Agricultura de Precisão, realizam certas adaptações em suas máquinas e acabam por comprometer seriamente a qualidade da operação. Para que isso não ocorra, toda adaptação deve ser acompanhada por um técnico qualificado e experiente.

O princípio básico de funcionamento dos sensores se baseia na detecção da alteração na forma de algum corpo, como acontece nas balanças ou na leitura da assinatura espectral de um objeto, que é baseada na detecção das ondas eletromagnéticas emitidas por esse objeto.

Os sensores podem ser classificados de duas formas:

De contato	É um sensor de contato direto entre as partes envolvidas, por exemplo, uma placa que pesa a quantidade de grãos colhidos.
Remoto	O segundo tipo é o sensor remoto, utilizado, quando não há contato entre as partes envolvidas na medição. É o caso dos sensores magnéticos.

A seguir serão descritas algumas características dos principais sensores utilizados nas colhedoras de grãos.



Fonte: adaptada de Shiratsuchi, 2004.

Tópico 2

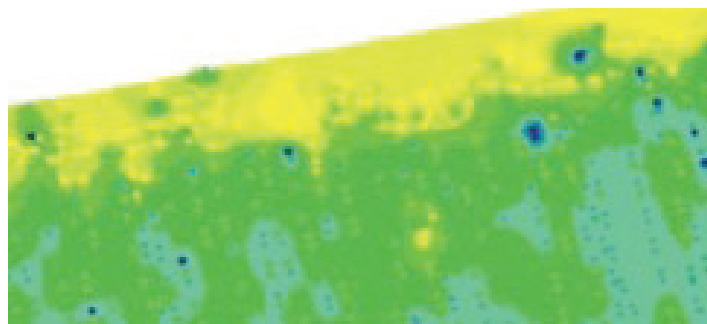
Sensor de altura da plataforma de corte

Os sensores de altura têm a finalidade de copiar a superfície do solo, evitar impactos devidos aos desníveis no terreno e proporcionar o corte da planta sempre a uma mesma altura. Eles podem ser constituídos por sensores remotos que emitem sinais ultrassônicos em direção ao solo e, ao receberem novamente essas ondas, detectam a variação na superfície do terreno e enviam uma mensagem para os cilindros hidráulicos suspenderem ou abaixarem a plataforma.



Fonte: SLC Comercial/John Deere <<http://www.slccomercial.com.br>>.

Outros tipos de sensores são utilizados diretamente em hastes que tocam e acompanham a superfície do solo, fazendo um registro por contato direto.



Fonte: SLC Comercial/John Deere <<http://www.slccomercial.com.br>>.

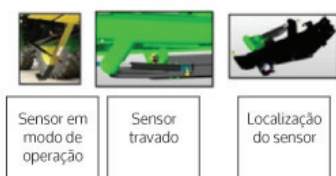
A depender do tamanho da plataforma, ela pode ser equipada com vários sensores ao longo da sua extensão. Nesse caso, a variação do perfil do solo pode afetar negativamente a colheita pela variação da distância entre o molinete e a barra de corte.

Dessa forma, é importante que o equipamento, além de copiar a superfície do solo e ajustar a altura em relação ao ponto de corte da planta, ajuste simultaneamente também a distância entre o molinete e a barra de corte.

Saiba Mais

Os ajustes da barra de corte podem ser visualizados facilmente no comercial da parceria entre as empresas GTS do Brasil e MacDon. Assista ao vídeo da plataforma colhedora FlexDraper: <<https://www.youtube.com/watch?v=QS74KBxiA64>> ou <<https://goo.gl/hKT9AM>>.

Esses sensores também desempenham importante papel na elaboração de mapas de produtividade, pois toda vez que a plataforma é suspensa, interrompe-se a coleta de dados. Dessa forma, quando a máquina estiver realizando manobras de cabeceira, não ocorre registro de dados.



É comum visualizar mapas que apresentam baixas produtividades próximas a essas áreas. Muitas vezes, isso ocorre pelo fato de o operador realizar a manobra com a plataforma abaixada, o que é incorreto.

Fonte: Shiratsuchi, 2004

Algumas plataformas utilizadas em colhedoras de milho são dotadas de sensores que fazem a leitura da posição das linhas de plantio e que mantêm a colhedora alinhada de acordo com esse posicionamento.

Tópico 3

Sensores de detecção de metais e de velocidade

Os detectores de metais são importantes para a detecção de objetos metálicos que eventualmente sejam coletados pela plataforma de corte e passem pelo mecanismo de alimentação. Caso esses objetos cheguem até o mecanismo de trilha, eles podem causar grandes estragos no cilindro, no côncavo e no batedor, resultando em grandes prejuízos financeiros e em perda de tempo na operação de colheita com a manutenção da máquina.



Eles são posicionados abaixo do mecanismo de alimentação. No momento em que o objeto é detectado, a informação é processada por uma central que aciona o sistema de travamento da alimentação. O sistema consiste na existência de um sensor e de um ímã localizado acima e abaixo de partes inoxidáveis do mecanismo de alimentação.

Fonte: New Holland <http://agriculture.newholland.com/ir/en/Products/Forage/PullType/Pages/Metalert_III_System_and_Croppro_Crop_Processor_details.aspx>.

Saiba Mais

Quando um objeto metálico passa entre o sensor e o ímã, um sinal é enviado para um solenoide que libera uma mola e trava o mecanismo de alimentação. Em geral, o intervalo de tempo entre a detecção e o travamento dura menos de um segundo, evitando que o metal entre na máquina.

Sobre os sensores utilizados para **monitoramento da velocidade**, eles também desempenham importante papel na elaboração dos mapas de produtividade, pois registram a distância percorrida considerando-se a largura da plataforma de corte. Assim, pode-se determinar a área colhida por unidade de tempo ou a capacidade operacional da colheita.

Algumas colhedoras possuem sensores capazes de realizar medidas da largura útil da plataforma de corte. De posse do valor da área colhida, pode-se realizar um melhor gerenciamento da frota mecanizada na propriedade, uma vez que é possível estimar o tempo em que cada operação será realizada.

Sensores de velocidade tradicionalmente trabalham com tecnologias de três tipos – magnética, por radar e por GNSS. Confira as características de cada uma delas.

Sensores magnéticos no eixo das rodas motrizes

Com os sensores magnéticos instalados no eixo da roda motriz, mede-se a velocidade registrando o número de giros do eixo da roda motriz na transmissão da colhedora. A velocidade de saída do eixo da transmissão está relacionada com a rotação das rodas. Entretanto, esse método está sujeito a erros, devido ao problema de patinagem dos rodados. Nesse caso, o rodado gira sem proporcionar deslocamento pela perda de atrito com o solo, ainda assim, o sensor irá registrar pulsos “entendendo”, erroneamente, que a colhedora está em deslocamento. Além disso, a deflexão do pneu devido à carga que o depósito da colhedora vai recebendo, durante a colheita, reduz o raio de rolamento das rodas motrizes.

Sensores magnéticos instalados nos rodados

Os sensores magnéticos, também chamados de sensores de pulsos, são constituídos por magnetos instalados diretamente nos rodados, e registram a velocidade por meio do pulso gerado quando o magneto passa próximo ao sensor. Dessa forma, quanto maior for o número de magnetos instalados na roda, maior será a quantidade de pulsos gerada, consequentemente, maior será a **acurácia** da medição da velocidade.

Recomenda-se que sejam instalados sensores nas duas rodas do mesmo eixo para fins de compensação da diferença de velocidade quando o pulverizador realizar uma curva, momento em que a roda mais externa tende a se deslocar a uma maior velocidade pelo fato de ter que percorrer maior distância.



Fonte: Baio; Antuniassi, 2011.

Acurácia

Termo técnico usado para definir a proximidade entre a medida apresentada pelo aparelho e o valor verdadeiro da medição. Não raro, verifica-se certa confusão entre os termos precisão e acurácia quando se referem à agricultura de precisão, no entanto, o termo acurácia, por ser conceituado de forma mais completa, deve prevalecer na maioria das situações.

Sensores de radar

Os radares ficam posicionados em direção ao solo e emitem ondas eletromagnéticas de forma contínua e constante, semelhantes às ondas de rádio, em direção ao solo. As ondas podem ser do tipo micro-ondas ou ultrassônicas. Elas são refletidas e novamente interceptadas pelos sensores do radar em uma frequência maior em relação às frequências emitidas. A diferença entre a frequência emitida e a refletida é convertida em sinais elétricos e decodificada no radar como um valor de velocidade. Quanto maior a diferença, maior será a velocidade da colhedora.



Fonte: <<http://www.dickey-john.com/product/radar-ii/>>.

Sensor com tecnologia GNSS

A medição da velocidade empregando tecnologia de GNSS se baseia nos mesmos princípios de determinação de posicionamento, ou seja, o receptor mede o tempo em que o sinal percorre a distância entre o satélite e a antena da colhedora. Com esse dado, calcula-se a distância entre a colhedora e cada satélite e, com a distância e o tempo em cada posição, calcula-se a velocidade de trabalho da colhedora.

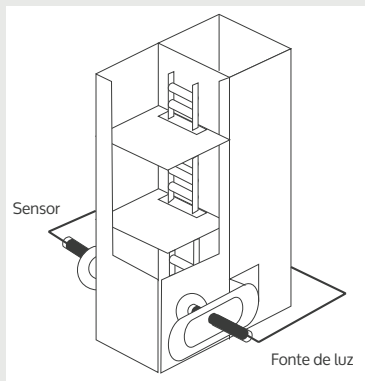
Tópico 4

Sensores para medição do fluxo de grãos e do elevador

Os sensores para **monitoramento do fluxo de grãos** também são conhecidos como sensores de produtividade pelo fato de monitorarem a massa de grãos que passa pelo elevador de canecos. Eles podem ser de diferentes tipos, entretanto, a maioria é montada na trajetória do fluxo de grãos limpos, sendo o local mais comum o topo do elevador das canecas de grãos limpos.

Os tipos de sensores mais utilizados para esse fim são:

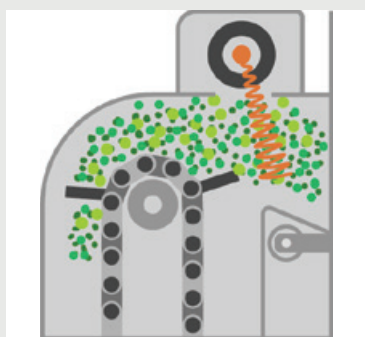
Volumétrico



Fonte: Moore, 1998.

Os sensores volumétricos, também chamados sensores óticos, consistem em um emissor e num receptor de raios infravermelhos posicionados no elevador de canecos. A radiação gerada pela energia do sensor é captada por um fotossensor e convertida em sinais elétricos para estimar a taxa de fluxo de volume de grãos presentes nos canecos do elevador.

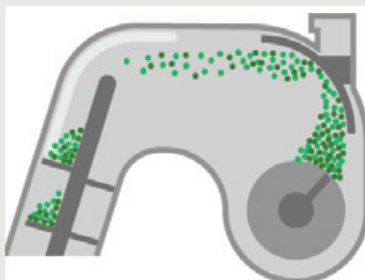
Radiométrico



Fonte: Moore, 1998.

Os sensores radiométricos possuem uma fonte radioativa de Americium 214 posicionada na saída do elevador de canecos. No lado oposto, existe um anteparo que mede a radiação absorvida pela massa de grãos e converte esse valor para a quantidade de grãos colhidos.

Placas de impacto



Fonte: Moore, 1998.

Os sensores de placa de impacto são instalados no topo do elevador de canecos e registram dados pela força com que a massa de grãos é arremessada contra uma placa metálica. Os impactos são transformados em sinais elétricos e convertidos em quantidade de grãos colhidos em determinada área por onde a máquina se deslocou.

Saiba Mais

Os sensores de impacto podem ser divididos em dois tipos: aqueles que medem a força com um potenciômetro, e os que medem forças com células de cargas ou balanças. Assista aos vídeos da New Holland e conheça o funcionamento de sensores de impacto e tipo balança ou célula de carga.

Vídeo 1 <<https://www.youtube.com/watch?v=cTU4ytOZIY4>> ou <<https://goo.gl/E7xx1K>>.

Vídeo 2 <<https://www.youtube.com/watch?v=ZEZNzUtatdc>> ou <<https://goo.gl/6FAYqQ>>.



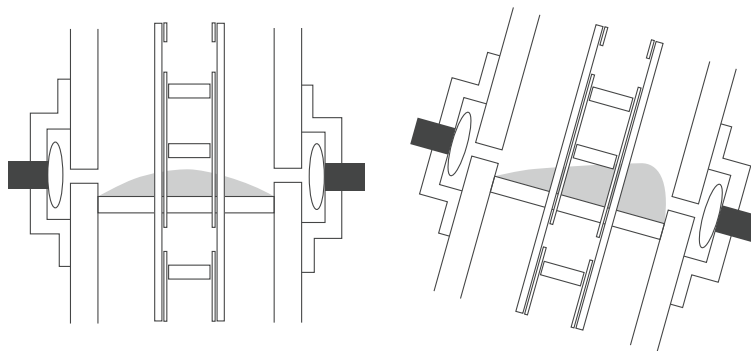
Fonte: Senar, 2012.

Já os **sensores de velocidade do elevador de grãos** são utilizados nas colhedoras que monitoram a produtividade com sensores tipo placa de impacto. Eles têm a finalidade de apresentar informações sobre a movimentação do elevador para corrigir o sinal da produtividade.

Tópico 5

Sensores para monitorar inclinação do terreno, perdas e umidade dos grãos

Os sensores utilizados para **monitorar a inclinação do terreno** são importantes para evitar maiores erros no monitoramento da quantidade de grãos colhidos. Também proporcionam uma compensação da movimentação que ocorre no fluxo de massa no interior da colhedora em função dos desníveis do terreno. Nesse caso, eles ajustam a velocidade do ventilador de acordo com o ângulo de inclinação do terreno, compensando a força necessária para separar o grão da palha.



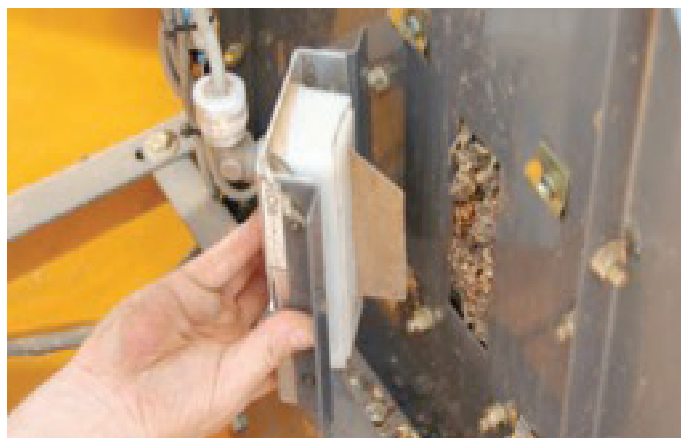
Fonte: Senar, 2012.

Quando os grãos são armazenados no tanque graneleiro, câmeras de vídeos podem auxiliar o operador no monitoramento da quantidade de produto armazenado. Essa informação também pode ser apresentada na forma de uma barra de luzes no monitor de colheita.

Saiba Mais

No link a seguir você poderá visualizar uma animação de atuação do sensor de inclinação de uma máquina New Holland.

<https://www.youtube.com/watch?v=MVxb-L_OH4Y> ou <<https://goo.gl/VcDu3l>>.



Fonte: Senar, 2012.

O sensor utilizado para determinar a **umidade dos grãos** é geralmente colocado no sistema de transporte dos grãos, dentro do elevador de canecas de grãos limpos, próximo ao sensor que mede o fluxo de massa. Em algumas máquinas, também pode ser instalado próximo ao picador de palha. O sensor do tipo capacitância é o mais comumente usado para medir o teor de umidade dos grãos. Quanto maior seu teor de umidade, maior é a **constante dielétrica**.

Constante dielétrica

Relativa à isolabilidade do material, ou seja, à capacidade de impedir a passagem de corrente elétrica.

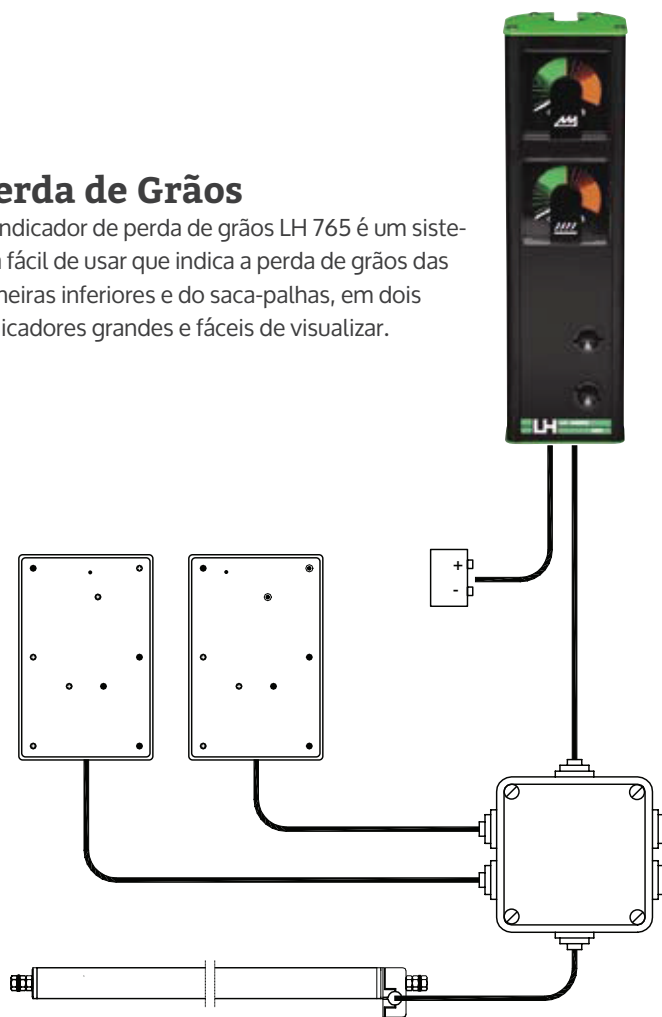
À medida que a colhedora se desloca, ocorre o registro pontual da umidade da lavoura e o local é georreferenciado de acordo com intervalos de tempo predeterminados. Essa informação é muito importante para realizar ajustes na velocidade de rotação do cilindro de trilha. Em geral, a presença de maior umidade requer maior energia, ou rotação do cilindro, para que os grãos se desprendam do sabugo (no caso da colheita de milho), ou da vagem (no caso da colheita da soja).

A presença de menores teores de umidade faz com que os grãos sejam mais facilmente trilhados, podendo-se reduzir a rotação do cilindro. Esse ajuste é muito importante para proporcionar uma boa trilhagem do material e evitar a quebra dos grãos.

Quanto aos sensores de perdas, eles são instalados na parte mais alta das peneiras superiores do mecanismo de separação e limpeza, e permitem ao operador avaliar a necessidade de ajustes em algum dos mecanismos da colhedora. Eles emitem ondas eletromagnéticas em direção à palhada, possibilitando detectar a presença eventual de grãos.

Perda de Grãos

O indicador de perda de grãos LH 765 é um sistema fácil de usar que indica a perda de grãos das peneiras inferiores e do saca-palhas, em dois indicadores grandes e fáceis de visualizar.



Saiba Mais

No site da Kafmotores você encontra um simulador de monitoramento de perdas em uma colhedora de grãos. Acesse!

<<http://kafmonitores.com.br/index.php?link=simulador>> ou <<http://goo.gl/MP2TmD>>.

Já no site da Lohr você encontrará uma série de tipos de sensores utilizados em colhedoras e também em outras aplicações na agricultura. Confira!

<<http://www.lohr.com.br/index.php?link=produtos&idFamilia=19&idAplicacao=Agr%ED-cola>> ou <<http://goo.gl/NvZyYt>>.

Recapitulando

Nesta aula, você pôde verificar que as colhedoras são monitoradas por diversos sensores existentes em seus mecanismos. Dentre os principais sensores, temos: o sensor de altura utilizado na plataforma de corte, o sensor de metais utilizado no mecanismo de alimentação, o sensor de fluxo ou de produtividade instalado no elevador de canecos, o sensor de velocidade, o sensor de velocidade do elevador de canecos e o sensor de perdas instalado na saída das peneiras superiores. De modo geral, todos eles operam de forma sincronizada e são capazes de se comunicar entre si e realizar ajustes de forma automática.

Aula 3

Configurações dos sensores utilizados nas colhedoras de grãos

A configuração dos sensores utilizados nas colhedoras deve ser feita com base em critérios técnicos relacionados aos conhecimentos agrônômicos sobre a cultura e sobre o próprio monitor de colheita.

É através do monitor que são realizadas todas as ações para ajustes dos sensores, e cada fabricante estabelece uma rotina de procedimentos distinta. Desta forma, o operador deve ler atentamente o manual e solicitar treinamento adequado para uso correto do equipamento.

Dessa forma, espera-se que ao final da aula você esteja apto a:

- executar procedimentos de configuração dos sensores utilizados em colhedoras de grãos; e
- regular os mecanismos da colhedora de grãos de acordo com os sensores existentes na máquina.

Tópico 1

Importância da configuração

Como temos visto ao longo das aulas, as colhedoras de grãos têm um papel muito relevante para o ciclo da Agricultura de Precisão, pois verificam a variabilidade da produtividade das lavouras. Dessa forma, de posse das manchas de maiores e menores produções na área, é possível tomar uma

série de decisões sobre o manejo localizado da lavoura (lembrando que essa informação sempre deve ser associada a outros mapas para que a tomada de decisão seja mais confiável e segura).

Em alguns casos, os produtores iniciam o processo de Agricultura de Precisão pelo mapa de variabilidade da produtividade, que é indicativo da variabilidade da fertilidade da área, auxiliando no planejamento dos pontos de amostragem do solo.

Assim, é possível reduzir gastos pela otimização no uso dos recursos de produção, uma vez que áreas mais férteis e mais produtivas receberão menos insumos, que serão destinados às áreas com menor fertilidade.

Por ser uma máquina complexa e de funcionamento dinâmico, a possibilidade do uso de sistemas de sensoriamento nos mecanismos da colhedora é grande.

Relembrando

Por que o sensoriamento é importante?

Para evitar perdas e gerar mapas de variabilidade da produtividade, propiciando o gerenciamento localizado.

Para as colhedoras que tiveram os sensores instalados posteriormente à compra, a configuração deve ser condizente com o modelo da máquina. Esse fator é muito importante, pois muitas colhedoras antigas em operação foram inicialmente projetadas para trabalhar em lavouras de produtividades inferiores às produtividades observadas atualmente. Dessa forma, não se pode exigir que elas operem a velocidades mais altas, sob pena de causarem elevadas perdas.

As máquinas fabricadas há mais de 20 anos eram feitas para atender a uma produtividade de milho na casa de 60-70 sacos/ha. Hoje, a produtividade dobrou, e as máquinas modernas precisam colher acima de 150 sacos/ha. Por isso, a velocidade de trabalho e sua regulação devem ser diferenciadas.

Em geral, as informações coletadas pelos sensores mais sofisticados são confiáveis quando configurados corretamente. Entretanto, o processo de utilização dessa informação passa pela apresentação visual dos dados, que pode ser ajustada para diferentes formas de apresentação, sejam elas mapas ou gráficos.

Para configurar adequadamente os sensores, deve-se ter conhecimento agrônomo para compreender os dados apresentados, além de ter o domínio dos procedimentos requeridos pelo

modelo de monitor disponível. É importante que técnicas confiáveis sejam adotadas para não haver distorções nas informações coletadas.

Como é o monitor desses sensores?

O monitor é uma central localizada na cabine que “entende” as informações geradas pelos sensores, e permite controlar todas as ações necessárias para o correto funcionamento dos mecanismos que compõem a colhedora. É através dele que se realiza a configuração de todos os sensores da máquina.

Como se dá a correta configuração do sistema?

A correta configuração do sistema de monitoramento pelo monitor visa eliminar ou reduzir alguns erros comumente conhecidos durante a operação de colheita, dentre eles, podemos citar: erros referentes a posicionamento, causados por falhas no receptor GNSS; erros por falha do operador ao abaixar a plataforma fora da área de colheita com o monitor ligado; a coleta de dados em pontos com produtividade e umidade nula; e a coleta de dados em locais que apresentem grandes distorções nos valores observados.

Como se registram os dados?

Os monitores possuem entradas para inserção de cartões de memória ou pen-drive a fim de registrar os dados coletados visando à geração dos mapas de produtividade. Cada tipo de monitor possui uma estrutura de hardware e software para gravação dos dados. Atualmente, os monitores mais sofisticados se comunicam com antenas instaladas em pontos estratégicos da propriedade que retransmitem os dados coletados em tempo real para o escritório, um sistema conhecido como telemetria.

Esses erros, quando não corrigidos, podem gerar mapas com dados de produtividade com variação de até 20%, o que certamente compromete a qualidade da tomada de decisão no gerenciamento do manejo localizado.

Tópico 2

Configuração de tempo de retardo

Um dado importante de ser analisado para configuração do sistema de monitoramento da colheita de grãos é o **tempo de retardo**. Mas o que é isso?

Tempo de retardo

Trata-se do intervalo entre o instante que a máquina começa a colher até o instante em que está funcionando em plenitude, ou seja, quando estabiliza o fluxo de massa colhida que passa pelo sensor de produtividade.

Esse dado deve ser inserido no monitor de colheita de modo que o registro inicial de dados se inicie apenas após o tempo de retardo. Esse procedimento tem por finalidade evitar registros de produtividade errôneos, pois quando a colhedora começa a colher, o fluxo de grãos que passa pelo sensor ainda não se estabilizou. Esperar determinado intervalo de tempo até a estabilização é necessário porque o fluxo precisa fazer todo o percurso da plataforma de corte até o elevador de canecos, local onde o sensor está instalado. Caso contrário, pode gerar muitas **discrepâncias** nos valores gerais da área.

Discrepâncias

Diferenças, erros.

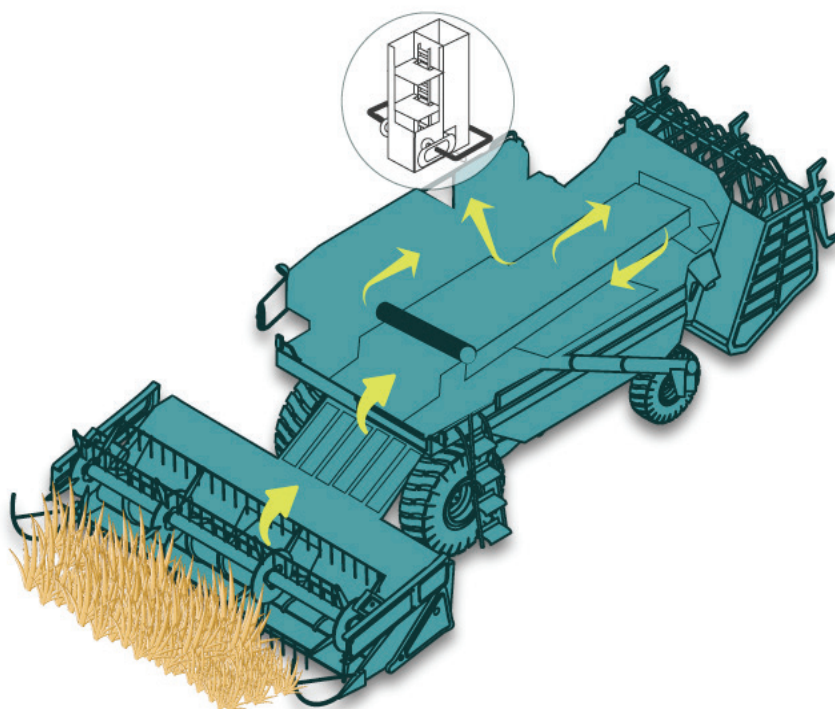
O tempo de retardo varia conforme os seguintes critérios:

Velocidade de trabalho

Quanto maior a velocidade, menor o tempo de retardo e vice-versa.

Características da lavoura

Lavouras com maior produtividade e mais uniformes têm menor tempo de retardo em relação às aquelas com menor produtividade e desuniformes. Em geral, as colhedoras necessitam se deslocar a uma distância de 20 a 40 m para estabilizar o fluxo de grãos limpos colhidos, sendo que o tempo de retardo pode variar de 20 a 30 segundos.



Fonte: Senar, 2012.

Durante a operação, é importante o operador estar atento a possíveis fatores que podem interferir nos dados coletados, como:

- reboleira de plantas daninhas;
- manchas causadas pelo ataque de pragas ou doenças, ou então presença de pedras;
- tocos;
- formigueiros;
- falhas no plantio;
- buracos etc.

Essas informações devem ser inseridas na tela do monitor, e o local precisa ser georreferenciado, visando a uma análise mais detalhada das manchas de produtividade encontradas nos mapas de variabilidade.

Saiba Mais

Vale destacar que não existe uma rotina de procedimentos padronizados para configurar os monitores de colheita. Essa rotina dependerá do modelo e do fabricante do equipamento, por isso, é muito importante realizar uma leitura atenta do manual e sempre solicitar uma entrega técnica do revendedor. Nessa entrega, serão explicados, no local onde o equipamento será utilizado, todos os detalhes e especificações sobre o funcionamento do monitor.

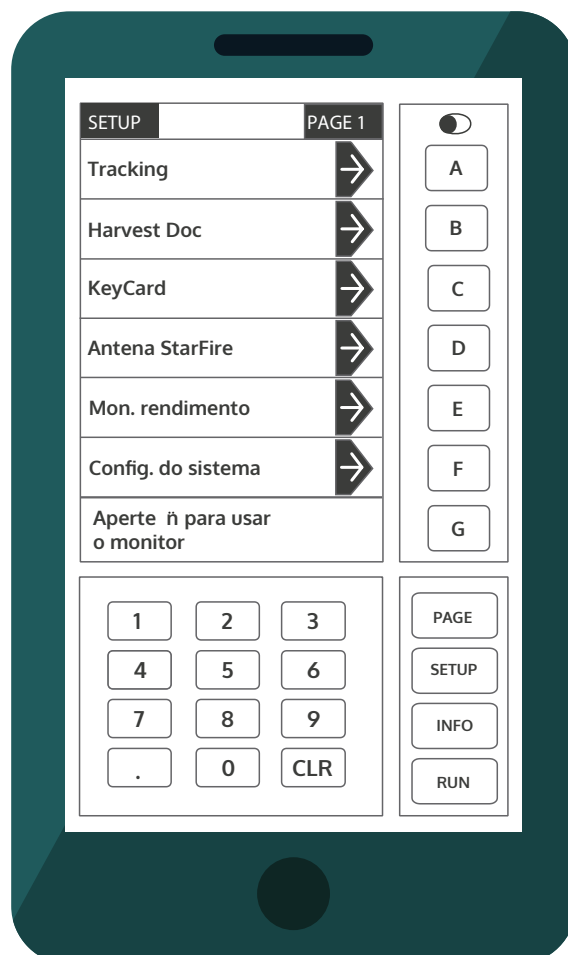
A seguir, estão descritos os principais procedimentos e informações que devem ser inseridas nos monitores de colheita visando à configuração do sistema de monitoramento durante o processo de colheita.

Tópico 3

Exemplo prático de configuração

Nesta aula, tomaremos como exemplo o monitor de colheita Harvest Doc GreenStar fabricado pela John Deere.

A tela de configuração (setup) do monitor apresenta as informações iniciais de configuração.



Fonte: <https://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompc20513_54_mapa_de_produtividade.pdf>.

Rastreio (Tracking)

Essa opção está relacionada ao monitoramento da máquina de acordo com o seu deslocamento, e necessita de programação específica para o tipo de cartão de memória utilizado.

Harvest Doc

Apresentação dos dados da colheita. Permite ajustar configurações da plataforma, de rendimento e umidade.

A partir daqui detalharemos as funcionalidades do monitor de colheita.

Keycard

Trata da configuração do software do cartão utilizado.

Antena StarFire

Trata da configuração de comunicação com a antena de receptores de sinais GNSS.

Monitoramento de rendimento (yield mapping)

Permite configurar as formas de coleta de dados para a elaboração dos mapas de produtividade.

Configuração do sistema

Permite que o usuário realize a configuração da apresentação das informações na tela, por exemplo, é possível selecionar o código do país, o idioma, a unidade de medida (inglesa ou métrica), a data, a hora e o formato numérico desejado pelo operador. Cada uma dessas configurações pode ser ajustada em grupo (utilizando o código do país) ou individualmente.

O monitor de colheita é configurado a partir do caminho SETUP – HARVEST DOC – PAGE 1 e em seguida SETUP >> HARVEST MONITOR.

Na sequência, acompanhe como realizar as configurações iniciais, a da plataforma, a de rendimento e de umidade.



Configurações iniciais

Em geral, os monitores oferecem a opção e a criação de um novo trabalho antes do início de uma nova jornada, possibilitando a caracterização dessa atividade. Nesse momento, podem ser inseridas informações como nomes do operador, do trabalho e da fazenda, identificação do talhão e da cultura, tipo de operação e largura da plataforma. O monitor Harvest Doc GreenStar permite que o operador configure os seguintes itens: cliente, fazenda, campo, tarefa, operação, operador, máquina, plataforma, largura e novos limites.

Fonte: <https://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompc20513_54_mapa_de_produtividade.pdf>.



Configurações iniciais

Caso o novo trabalho seja idêntico a algum trabalho que já tenha sido salvo na memória do monitor, basta acessá-lo e reiniciá-lo. Assim, as configurações iniciais são importantes para a caracterização do trabalho a ser realizado.

Para acessar a tela onde será realizada essa configuração, clique em SETUP – HARVEST DOC – PAGE 1 e pressione SETUP >> HARVEST DOC.

Fonte: <https://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompc20513_54_mapa_de_produtividade.pdf>



Configuração da plataforma

Para configurar a plataforma de corte, acesse a tela CONFIGURAÇÃO – PLATAFORMA e pressione SETUP >> HARVEST MONITOR >> TIPO DE PLATAFORMA.

É preciso certificar-se quanto ao tipo de plataforma correto ao alterar a seleção de uma para outra. A seleção da plataforma errada resultará em informações imprecisas. Quando se tratar de uma cultura de milho, nessa tela devem ser inseridos os valores do número de linhas. Nas culturas de soja, arroz, trigo ou feijão, insere-se o valor de largura da plataforma.

Fonte: <https://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompc20513_54_mapa_de_produtividade.pdf>.



Configuração da plataforma

Uma eventual, porém necessária configuração durante a operação de colheita é a da largura da plataforma de corte. Considerando-se que a produtividade é expressa em massa de produto colhido por unidade de área, a largura da plataforma influencia diretamente na determinação desse valor, pois a área colhida é calculada pela distância percorrida, dada pela velocidade multiplicada pela largura da plataforma. Dessa forma, se for inserido no monitor o valor da largura total da plataforma e, se por acaso, ela colher apenas a metade (o que pode acontecer no caso de bordadura) o sistema registrará que a produtividade caiu pela metade.

Fonte: <https://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompc20513_54_mapa_de_produtividade.pdf>.

Configuração do sensor de rendimento

Para configurar o sensor de rendimento deve-se acessar a tela **SETUP – CALIBRAÇÃO DE RENDIMENTO** e pressionar **SETUP >> HARVEST MONITOR >> CALIBRAÇÃO DE RENDIMENTO**. A configuração do sensor de rendimento deve ser feita durante a calibração e devem ser adotados procedimentos específicos para cada tipo de cultura a ser colhida. Os procedimentos de calibração serão descritos em maiores detalhes nas próximas aulas. Nessa tela, também se realiza a definição das unidades que serão apresentadas nos mapas e relatórios.

Fonte: <https://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompc20513_54_mapa_de_produtividade.pdf>.



Configuração do sensor de umidade

Para configurar o sensor de rendimento deve-se acessar a tela **SETUP – CALIBRAÇÃO DE RENDIMENTO** e pressionar **SETUP >> HARVEST MONITOR >> CALIBRAÇÃO DE RENDIMENTO**. A configuração do sensor de rendimento deve ser feita durante a calibração e devem ser adotados procedimentos específicos para cada tipo de cultura a ser colhida. Os procedimentos de calibração serão descritos em maiores detalhes nas próximas aulas. Nessa tela, também se realiza a definição das unidades que serão apresentadas nos mapas e relatórios.

Fonte: <https://stellarsupport.deere.com/pt_BR/Support/pdf/ompc20513_54_mapa_de_produtividade.pdf>.

Ao encerrar as atividades, deve-se atentar para os procedimentos de finalização da tarefa recomendados para o modelo de monitor utilizado, e para a gravação deles nos cartões de memória ou em um pen-drive. Esse procedimento possibilitará a retomada do trabalho inacabado ou a construção dos mapas de colheita.

Deve-se também aguardar os procedimentos de fechamento do programa antes de desligar o computador de bordo para evitar a perda de dados.

Recapitulando

Nesta aula, você teve a oportunidade de ver que a configuração dos sensores existentes nas colhedoras é realizada nos monitores localizados na cabine, e que os sensores devem ser utilizados por mão de obra qualificada. Dentre as principais configurações a serem realizadas, pode-se citar: configuração da plataforma de corte, sensor de rendimento ou de produtividade e sensor de umidade. Deve-se levar em consideração o tempo de retardo para que não se inicie a coleta de dados antes da estabilização da passagem dos grãos limpos pelo sensor de produtividade. O procedimento de configuração varia entre os diferentes modelos e fabricantes. Para esclarecer eventuais dúvidas, deve-se sempre consultar o manual.

Atividade de aprendizagem

Você chegou ao final do **Módulo 2** do **Curso Agricultura de Precisão na Colheita de Grãos**. A seguir, você realizará algumas atividades relacionadas ao conteúdo estudado neste módulo. Lembre-se que as repostas devem ser registradas no Ambiente de Estudos, onde você também terá um feedback, ou seja, uma explicação para cada questão.

1. Considerando as vantagens proporcionadas pelo uso de sensores nas colhedoras de cereais apresentadas nesta aula, considere a alternativa correta.
 - a) As colhedoras de cereais são máquinas que realizam a colheita em etapas separadas necessitando entrar na área diversas vezes.
 - b) O mecanismo de corte é dotado de sensores para ajuste da abertura das peneiras.
 - c) O mecanismo de trilha é a parte mais importante da colhedora de grãos e é responsável pela debulha do material.
 - d) Os sensores instalados no mecanismo de alimentação permitem a quantificação das perdas na colheita de grãos.
2. Considerando os sensores existentes nas colhedoras apresentados nesta aula, assinale a alternativa correta:
 - a) Os sensores são instalados nas colhedoras apenas quando elas estão em fase de montagem na fábrica.
 - b) Os sensores para monitoramento da altura são do tipo capacitância e avaliam as perdas que ocorrem durante a colheita.
 - c) Os sensores para detecção de metais são instalados na parte mais alta das peneiras superiores do mecanismo de separação e limpeza.
 - d) Os sensores de fluxo de massa realizam o monitoramento da produtividade e são instalados no elevador de canecos.

3. Considerando os procedimentos de configuração dos sensores existentes nas colhedoras, assinale a alternativa correta.
- a) A configuração dos sensores existentes nas colhedoras é feita automaticamente durante a sua instalação.
 - b) A plataforma de corte deve ser configurada sempre após o término da operação.
 - c) O tempo de retardo é inserido no monitor de colheita, e representa o tempo entre o início da colheita e a estabilização do fluxo de grãos limpos.
 - d) A configuração do sensor de umidade é importante devido ao teor de água acumulada no interior da máquina.