

## 13

# Tecnologia de colheita de trigo

**José Antonio Portella**  
**Arcenio Sattler**  
**Antonio Faganello**

## Introdução

**A** rentabilidade da cultura de trigo está diretamente relacionada com as condições de condução da lavoura e de como esta chega ao ponto de colheita. Todos os cuidados e esforços investidos, durante esse período, terão sido em vão se a colheita não for realizada de maneira eficiente.

A colheita de grãos é a etapa do processo de produção que gera a maior expectativa no agricultor. É justamente nesse momento, por meio da operação mecânica de colheita, que o agricultor começa a reverter em capital o investimento feito na instalação e na condução da lavoura.

O rendimento de grãos das culturas em muitas regiões brasileiras, principalmente nas novas fronteiras agrícolas, está associado ao avanço tecnológico e à rentabilidade da aplicação de tecnologia, nos sistemas de produção usados pelos agricultores. Por essa razão, as perdas por ocasião da colheita mecânica representam desperdício de energia investida no estabelecimento e na condução da cultura, podendo contabilizar percentagens consideráveis da quantidade de grãos produzidos.

Segundo dados do Ministério da Agri-

cultura, Pecuária e Abastecimento, perdem-se, em média, 5% da produção de trigo por problemas de colheita (BRASIL, 1993). Em levantamentos realizados por Portella (1997), observou-se que, no mínimo, 50% dessas perdas poderiam ser eliminadas, desde que fossem respeitadas as épocas de colheita e as colhedoras reguladas corretamente.

Objetiva-se, neste capítulo, apresentar técnicas e metodologias que permitam retirar a produção de trigo da lavoura, garantindo a qualidade genética/tecnológica e minimizando o efeito negativo do ambiente, bem como apresentar ações capazes de reduzir as perdas no processo de colheita mecânica de grãos, por meio do diagnóstico dos pontos críticos de perdas (plataforma, mecanismo de corte, mecanismo de captação, trilha, limpeza e separação).

## Momento da colheita

As perdas de grãos na colheita de trigo ocorrem de duas formas: a) perdas de pré-colheita, devidas ao ataque de pássaros, chuva, granizo, etc.; e b) perdas de colheita, devidas ao mau uso da colhedora.

Segundo Delouche (1964) e Carvalho e Yanai (1976), o trigo atinge a maturação fi-

siológica (definida como o estágio de desenvolvimento em que os grãos alcançam o máximo peso seco) com, aproximadamente, 30% de umidade. A partir desse ponto, há somente perda de água e o grão está em condições de ser colhido. À medida que o grão vai secando, as perdas de pré-colheita, ou seja, por debulha natural, por acamamento, por ataque de pássaros, por doenças e por adversidades climáticas, aumentam progressivamente.

Indica-se iniciar a colheita quando o grão contiver entre 16% e 18% de umidade, sendo esse o ponto em que se obtém melhor desempenho da colhedora, pois há menor debulha por ação da plataforma e menor trituração da palha, permitindo, desse modo, melhor eficiência do saca-palhas e das peneiras de limpeza da colhedora.

Não é conveniente colher quando o grão apresentar mais de 18% de umidade, pois isso poderá provocar-lhe dano mecânico, principalmente esmagamento, que certamente irá afetar a qualidade final do produto, bem como o poder germinativo e o peso do hectolitro.

Colher o trigo seco (ao redor de 14%), apesar de ser uma prática muito comum, tem um condicionante de risco muito grande, que é a quebra de grãos pelos mecanismos de trilha e de separação, além de perdas por debulha na plataforma de corte. Deve-se considerar sempre que, para se levar o grão à umidade comercial (13%) é necessário secar o trigo artificialmente (secadores). O aumento de custos com a secagem artificial de grãos pode ser compensado com algumas vantagens, ao se realizar a colheita antecipada. Entre essas vantagens, destaca-se a possibilidade de evitar o problema de germinação na espiga e as doenças, que têm sido uma constante em anos chuvosos no período de colheita.

## A colhedora

A colhedora é uma máquina projetada e construída especialmente para colher e trilhar diferentes tipos de grãos.

Pode-se distinguir as seguintes funções em uma colhedora:

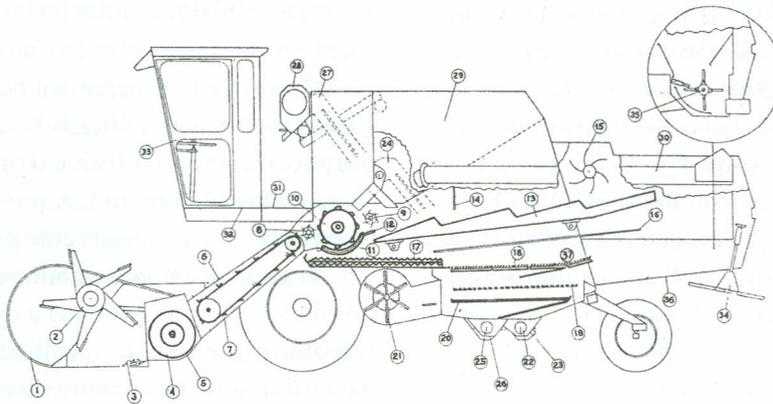
- corte da cultura e direcionamento para os mecanismos de trilha;
- trilha, que consiste na separação dos grãos de suas envolturas e de partes de suporte na planta;
- separação do grão e da palha; e
- limpeza do grão.

A colhedora de grãos, apresentada na Figura 1, com seu sistema de colheita e trilha, é formada por mecanismos inter-relacionados, apresentando, cada um deles, uma variedade considerável de componentes que formam um engenho complexo, aparentemente de difícil entendimento.

## Funcionamento da colhedora

Segundo Garcia (1989), durante a operação de colheita, o molinete (2) empurra as plantas contra a barra de corte (3), derubando os colmos e as espigas sobre a calha do sem-fim (5), onde são recolhidas pelos dedos retráteis do sem-fim (4), que tem por função centralizar o material para ser conduzido na esteira transportadora (6). A esteira transportadora, usualmente, é do tipo corrente com barras metálicas (talistas) arrastadoras. As correntes deverão estar sempre tensionadas, para que as talistas encostem ligeiramente no fundo do alimentador. A esteira transportadora leva o material até o conjunto cilindro (10) e côncavo (11), onde a trilha é efetuada.

A extensão ou prolongação do côncavo (12) guia o material que não foi trilhado até os saca-palhas (13), proporcionando uma superfície extra de separação para os grãos



- |                                    |                                      |                                       |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Separador                      | 14 - Cortina                         | 27 - Elevador de grãos                |
| 2 - Molinete                       | 15 - Agitador de palha               | 28 - Caracol de alimentação           |
| 3 - Barra de corte                 | 16 - Bandeja de grãos do saca-palhas | 29 - Reservatório de grãos            |
| 4 - Sem-fim da plataforma          | 17 - Bandeja de grãos do côncavo     | 30 - Tubo de descarga                 |
| 5 - Calha do sem-fim da plataforma | 18 - Peneira superior                | 31 - Plataforma de ensacar (opcional) |
| 6 - Esteira transportadora         | 19 - Peneira intermediária           | 32 - Plataforma de comando            |
| 7 - Talistas                       | 20 - Peneira inferior                | 33 - Cabina de comando                |
| 8 - Batedor alimentador            | 21 - Ventilador                      | 34 - Espalhador de palha              |
| 9 - Batedor espalhador             | 22 - Sem-fim de retorno              | 35 - Picador de palha                 |
| 10 - Cilindro trilhador            | 23 - Calha do sem-fim de retorno     | 36 - Traseira da colhedora            |
| 11 - Côncavo                       | 24 - Elevador de retorno             | 37 - Extensão das peneiras            |
| 12 - Prolongação do côncavo        | 25 - Sem-fim de grãos                |                                       |
| 13 - Saca-palhas                   | 26 - Calha do sem-fim de grãos       |                                       |

**Figura 1.** Partes principais de uma colhedora de cereais.

Fonte: Garcia (1989).

que estão presos entre a palha. O batedor (9) recebe o material proveniente do cilindro e do côncavo e desvia o fluxo de palha sobre os saca-palhas. A extensão do côncavo suspende o produto, de maneira que o batedor o desvie por sobre o extremo dianteiro dos saca-palhas, aproveitando-se assim, de toda a área de separação.

Os saca-palhas (13) podem ser integrais (de um corpo apenas) ou de vários corpos (4 a 6). Uma ou duas cortinas (14), posicionadas sobre os saca-palhas, ajudam a retardar o fluxo do produto, proporcionando mais tempo para separar os grãos da palha. Também evitam que os grãos sejam lançados pelo batedor para fora da colhedora. Os saca-palhas agitam o material, para separar os grãos da palha, à medida que

esta se move para trás para ser descarregada na parte traseira da colhedora.

Os grãos, as palhas e as impurezas que passam pelas aberturas dos saca-palhas são coletados no bandejão dos saca-palhas (16). Esse material é colocado na bandeja de grãos do côncavo (17), juntando-se ao material que passou através das aberturas do côncavo e de sua extensão. A mistura de grãos limpos recém-trilhados, material sem trilhar, palhas e outras impurezas é transferida para a parte dianteira da peneira superior (18). À medida que essa mistura se move sobre a peneira superior, uma corrente de ar produzida por um ventilador (21), dirigida para cima e através da peneira, ajuda na separação, soprando os resíduos mais leves para fora da máquina.

A maioria das espigas que ficam sem trilhar não passam através das aberturas da peneira superior; deslocando-se sobre ela, passam pelas aberturas maiores da extensão da peneira superior (37) e caem sobre a calha do sem-fim de retorno (23). As espigas ou partes delas, que passam através da peneira superior, acabam caindo sobre a peneira inferior (20) e, ao não poderem passar pelos orifícios desta, o movimento oscilante e o vento colocam-nas na calha do sem-fim de retorno, regressando ao cilindro para uma retilha. Algumas colhedoras possuem um pequeno cilindro trilhador, de barras, para trilhar o retorno, depois que o material regressa até a bandeja de grãos.

Os grãos que passam através da peneira inferior são coletados na calha de retorno de grãos limpos (26). São conduzidos, então, ao sem-fim inferior de grãos limpos (25), que alimenta o elevador de grãos (27) e leva os grãos ao caracol de alimentação (28) e, finalmente, ao tanque graneleiro (29).

A palha que sai pela parte traseira da colhedora (36) pode ser distribuída por um espalhador de palha (34), ou pode ser triturada, mediante o uso de um picador de palha (35), instalado na parte posterior da colhedora.

### **Velocidade de trabalho de uma colhedora**

É um dos fatores mais importantes na operação de colheita. Para se obter funcionamento eficiente e correto aproveitamento de sua capacidade de trabalho, é necessário regular a colhedora de acordo com:

- a) tamanho da máquina;
- b) largura da plataforma; e
- c) rendimento e condições da lavoura.

Trabalhar em velocidade elevada (mais de 10 km/h) exige maior potência para des-

locar a colhedora, interferindo negativamente no desempenho dos mecanismos de corte, de trilha, de separação e de limpeza. Nessas condições, a dirigibilidade da colhedora torna-se dificultosa e o operador cansa-se mais rapidamente, o que pode levá-lo a cometer erros ou acarretar perdas.

Trabalhar em velocidade reduzida (menos de 5 km/h) faz com que a capacidade de trabalho seja reduzida. A colhedora não chega a estar suficientemente abastecida e podem aumentar as perdas de grãos, por falta de ação trilhadora, bem como por excesso de ventilação sobre a massa de palha e grãos.

Segundo Bragachini e Bonetto (1990), a capacidade de trabalho de uma colhedora é dada pela largura do cilindro trilhador, que é o parâmetro que condiciona os demais mecanismos da máquina. Quanto mais largo for o cilindro, maiores serão os saca-palhas, as peneiras, os sem-fins e outros elementos, permitindo também maior largura de corte. Do mesmo modo, a potência do motor terá que estar compatibilizada com a largura do cilindro. Também segundo Bragachini e Bonetto (1990), quanto maior o cilindro e mais potente o motor, maior será a quantidade de material (grãos, palha e plantas daninhas) que a colhedora pode processar por unidade de tempo, expressa em tonelada/hora (t/h). Esse valor é denominado índice de alimentação (I.A.). A capacidade de trilha de uma colhedora pode ser medida pelas toneladas de grão e de palha que a máquina pode processar por hora.

### **Mecanismos de corte e de alimentação**

O trigo, quando comparado com soja e com milho, não é uma cultura muito exigente em relação à plataforma da colhedora. Os trabalhos de pesquisa realizados

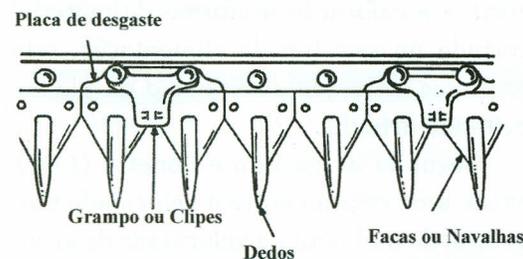
(PORTELLA, 1997; BRAGACHINI; BONETTO, 1990) relatam que, do total das perdas de colheita na cultura de trigo, entre 33% e 48% ocorrem na plataforma, embora boa parte dessa perda seja proveniente de espigas cortadas e caídas fora da plataforma e apenas cerca de 8% resulte de debulha por impacto do molinete e/ou por barra de corte desalinhada.

Para evitá-las, recomendam-se alguns cuidados, descritos a seguir.

### Barra de corte

A barra de corte de uma colhedora é composta por navalhas, contranavals (dedos), placas de desgaste e cliques, conforme mostra a Figura 2.

As navalhas são peças de borda serrilhada, devendo ter afiação e regulagem correta para que tenham livre acionamento e não ocorram deslocamentos verticais. Desse modo, as contranavals ou dedos protegem as navalhas e lhes servem de guia. Contêm uma contranavla estacionária que, juntamente com a navalha, produz a ação de corte. As placas de desgaste são ajustáveis para compensar o desgaste da barra de corte. As dobras da placa de desgaste necessitam estar alinhadas, uma em relação à outra, para proporcionar encosto em toda extensão da barra de corte. Os cliques fixadores da barra



**Figura 2.** Vista detalhada da barra de corte.

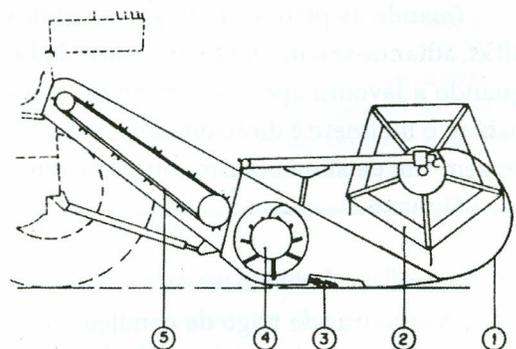
Fonte: Manual... (1984).

de corte têm por função manter a navalha próxima da contranavla, para efetuar corte perfeito, sendo ajustáveis à medida que haja desgaste nas navalhas. As navalhas devem manter o fio e o serrilhado, e os dedos não devem apresentar desgaste. Se o corte não for perfeito, a barra produzirá certa vibração no colmo da planta, levando a perdas por debulha na plataforma de corte.

### Plataforma de corte

A plataforma de corte, apresentada na Figura 3, é o mecanismo responsável pelo corte e recolhimento do cereal no campo. Ela é acoplada à colhedora por meio de um sistema de engate rápido.

Os separadores da plataforma de corte (1) dividem, longitudinalmente, a faixa de cereal a cortar. O molinete (2) conduz as plantas, puxando-as contra as navalhas da barra de corte (3). O cilindro caracol (4), através dos seus espirais, direciona o material para o centro da plataforma, conduzindo-o para o canal alimentador, com auxílio dos dedos retráteis. Pela esteira transportadora, (5) o cereal é transportado ao sistema de trilha.



**Figura 3.** Corte e alimentação da máquina. 1- separador; 2- molinete; 3- barra de corte; 4- caracol; 5- canal alimentador (esteira).

Fonte: Manual... (1984).

## Molinete

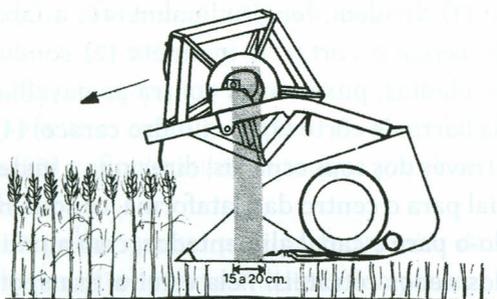
A função do molinete é conduzir as plantas contra a barra de corte e, logo após o corte, conduzi-las para o caracol de alimentação. O molinete deve mover a cultura com suavidade e uniformidade, evitando batidas que possam causar debulha de espigas.

As regulagens de um molinete são descritas na sequência:

### Posição do molinete

#### Horizontal

Para um padrão de lavoura de trigo normal, o eixo do molinete deve ficar deslocado cerca de 15 cm a 20 cm à frente da barra de corte, conforme mostra a Figura 4.



**Figura 4.** Posição do molinete para colheita de cultura com altura normal.

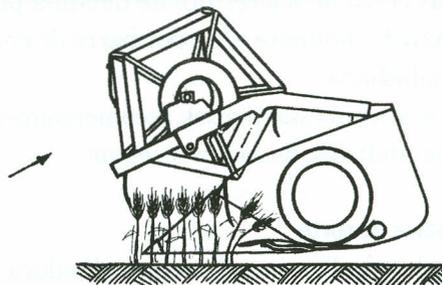
Fonte: Manual... (1984).

Quando as plantas de trigo são muito altas, adianta-se o molinete. Por outro lado, quando a lavoura apresenta plantas muito baixas, o molinete é direcionado para perto do sem-fim de alimentação, conforme mostra a Figura 5.

#### Vertical

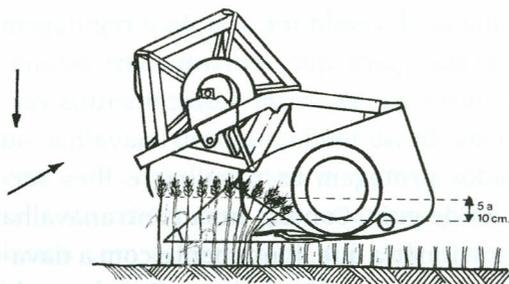
Em lavouras de trigo de condição normal, a ponta do dente do molinete deve ser ajustada na cultura cerca de 5 cm a 10 cm abaixo da espiga mais baixa, conforme mostra a Figura 6.

Quando houver plantas acamadas, o molinete deve ser deslocado bem para a frente da barra de corte, cuidando-se para que a colheita seja efetuada, preferencialmente, na direção da inclinação.



**Figura 5.** Posição do molinete para colheita de lavouras com plantas muito baixas.

Fonte: Manual... (1984).



**Figura 6.** Posição vertical do molinete para colheitas normais.

Fonte: Manual... (1984).

## Velocidade de rotação

Uma velocidade de rotação do molinete adequada permite obter um segundo ponto de apoio da planta no momento do corte e a colocação uniforme de material cortado no sem-fim de alimentação, sem provocar agitação excessiva da planta, evitando debulha.

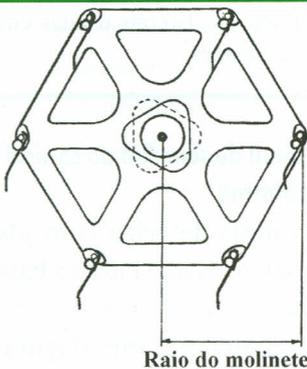
Segundo Bragachini e Bonetto (1990), existe uma relação entre a velocidade tangencial do molinete e a velocidade de avanço da colhedora. Essa relação chama-se de índice de molinete (IM).

$$IM = \frac{\text{Velocidade tangencial do molinete (m/s)}}{\text{Velocidade de avanço da colhedora (m/s)}}$$

onde: velocidade tangencial = rpm x 0,10467 x raio do molinete.

Esse índice pode ser verificado pela contagem das rotações por minuto (rpm) do molinete, medindo-se o raio do molinete (m), como mostra a Figura 7, cronometrando-se a velocidade de avanço da colhedora (m/s) e aplicando-se a seguinte fórmula de cálculo:

$$IM = \frac{\text{rpm} \times 0,10467 \times \text{raio do molinete (m)}}{\text{Velocidade de avanço da colhedora (m/s)}}$$



**Figura 7.** Determinação do raio do molinete.  
Fonte: Bragachini e Bonetto (1990).

Para a cultura de trigo, são aconselhados os seguintes índices de molinete (IM), conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Índices de molinete (IM) para a cultura de trigo.

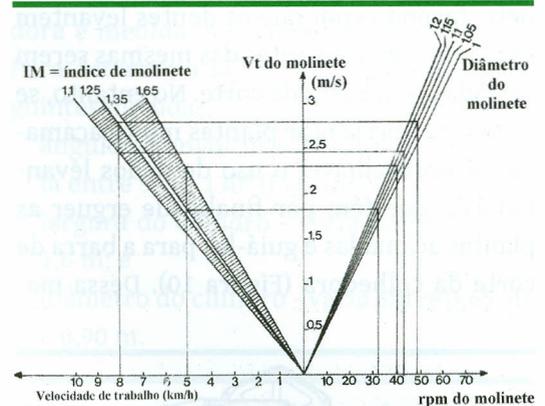
Condição da lavoura	IM	Descrição
Alta e densa	1,00	Igual à velocidade de avanço da colhedora
Normal	1,15 - 1,25	15% a 25% mais rápido que a colhedora
Baixa e rala	1,35	35% mais rápido que a colhedora

Fonte: Bragachini e Bonetto (1990).

Para melhor compreender o uso do índice de molinete, observe a Figura 8 e o exemplo proposto.

Exemplo: desejando-se realizar a colheita de uma lavoura de trigo em condição normal (IM = 1,25), com velocidade de avanço de 5,0 km/h, qual deve ser a rotação do molinete, considerando que seu diâmetro é de 1,1 m ?

R: pela Figura 8, marque a velocidade igual a 5. Suba uma linha perpendicular até encontrar IM = 1,25. Trace uma linha horizontal até encontrar a linha correspondente a 1,1 m de diâmetro do molinete. Desça uma linha perpendicular até o eixo horizontal, onde encontrará 32 rpm. Essa é a velocidade do molinete. Para verificar, cronometre o deslocamento tangencial do molinete durante 1 minuto, fazendo as correções necessárias até encontrar 32 rpm.



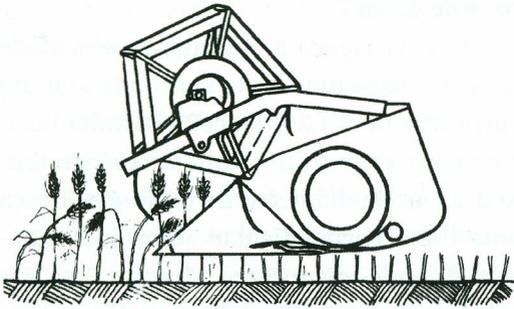
**Figura 8.** Cálculo da velocidade de trabalho da colhedora e da velocidade tangencial do molinete em função do diâmetro do molinete e do índice de molinete.

Fonte: Bragachini e Bonetto (1990).

### Inclinação dos dentes do molinete

Em lavouras de trigo densas e com plantas altas, os dentes do molinete devem estar na posição vertical ou levemente inclinados para a frente. Em lavouras de trigo com plantas de porte normal, os dentes

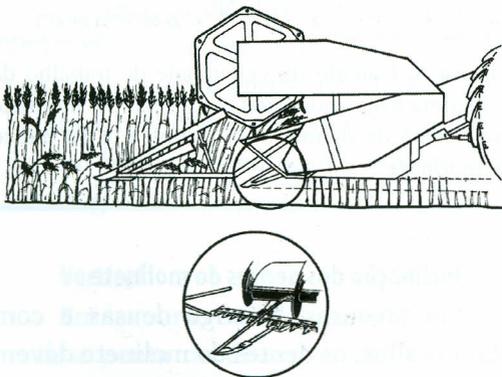
devem permanecer na posição vertical. Para trigos acamados, deve-se regular a inclinação dos dentes para trás, retraindo todo o molinete para uma posição muito próxima da plataforma, conforme mostra a Figura 9. Os dentes devem passar cerca de 2,5 cm da barra de corte.



**Figura 9.** Regulagem do molinete para colheita de lavouras com plantas acamadas.

Fonte: Manual... (1984).

Deve-se aumentar a rotação do molinete, fazendo com que os dentes levistem as plantas de trigo antes das mesmas serem cortadas pela barra de corte. No entanto, se a lavoura apresentar plantas muito acamadas, é aconselhável o uso de dedos levantadores, que têm por finalidade erguer as plantas acamadas e guiá-las para a barra de corte da colhedora (Figura 10). Dessa ma-

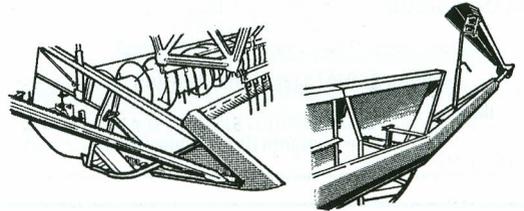


**Figura 10.** Plataforma de corte com dedos levantadores. Detalhe do dedo levantador.

Fonte: Manual... (1984).

neira, podem ser recolhidas espigas que estão abaixo da altura de corte, diminuindo também a entrada de palha e de plantas daninhas na área de trilha e limpeza.

As ponteiras laterais apresentadas na Figura 11 são usadas para separar as plantas, sem produzir debulha ou mesmo quebra. Por isso, aconselha-se usar ponteiras não muito largas, de desenho agudo, e que possuam regulagem do ângulo de inclinação (entre 30° e 45°).

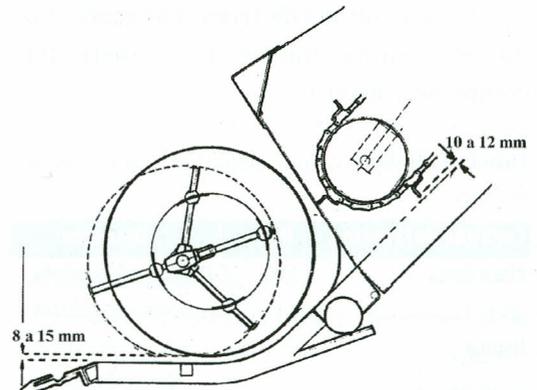


**Figura 11.** Ponteiras laterais usadas em lavouras com plantas acamadas.

Fonte: Manual... (1984).

### Regulagem do sem-fim do caracol da plataforma

Em lavouras de trigo com plantas de porte normal, o espaço entre a base da plataforma e as roscas do sem-fim do caracol deve ser de 8 mm a 15 mm (Figura 12). Em lavouras mais densas, varia de 10 mm a 20 mm. As travas do embocador devem ser re-



**Figura 12.** Regulagem do sem-fim e da esteira transportadora.

Fonte: Manual... (1984).

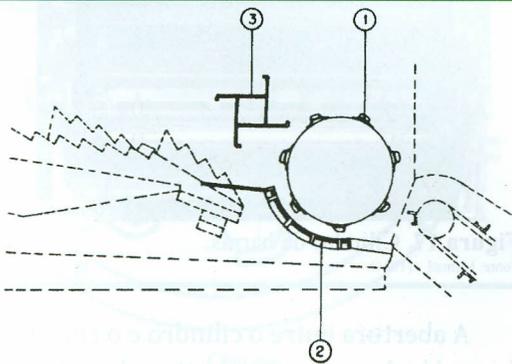
guladas de maneira que as barras da esteira transportadora passem a uma altura de 10 mm a 12 mm do fundo do embocador.

### Sistema de trilha de uma colhedora

Trilhar significa remover os grãos de suas espigas, como no caso de trigo. Mais de 70% dos grãos são separados nessa área da colhedora, isto é, passam através do côncavo ao bandejão. Os 30% restantes são separados pelas demais unidades do equipamento. Pode-se dizer que o funcionamento de toda a colhedora depende diretamente da unidade de trilha, pois, se ela não for bem-sucedida, as outras funções da máquina serão afetadas. Por exemplo, se for muito pequena a quantidade de grãos separados na unidade de trilha, será lançada sobre os saca-palhas, junto com a palha, uma quantidade excessiva de grãos que poderão ocasionar perdas pelos saca-palhas.

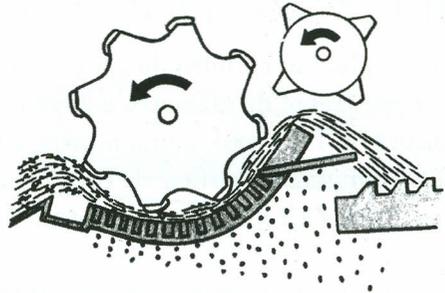
A ação de trilhar pode ser executada por fricção (cilindro e côncavo de barras), para colheitas de trigo. Na Figura 13 observa-se o sistema de trilha de uma colhedora.

Pela ação de rotação do cilindro (1), o cereal é obrigado a passar entre este e o côncavo (2), fazendo com que se realize, pelo atrito, a separação dos grãos da respectiva espiga.



**Figura 13.** Trilha de cereais. 1- cilindro; 2- côncavo; 3- batedor.  
Fonte: Manual... (1984).

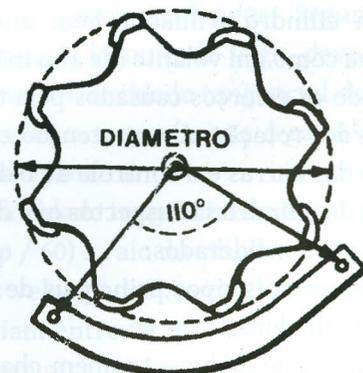
Ao girar, o cilindro em rotação normalmente rápida produz uma zona de impacto. Esse impacto sacode o grão, separando-o da espiga. Posteriormente, por fricção com o côncavo, é realizada a trilha completa do grão, à medida que o material passa através da abertura entre o cilindro e o côncavo (Figura 14).



**Figura 14.** Ação trilhadora do cilindro e do côncavo.  
Fonte: Manual... (1984).

A capacidade de trilha de uma colhedora é medida pela superfície do côncavo. Para determiná-la, deve-se observar as seguintes medidas:

- ângulo de envoltura do cilindro >>> oscila entre  $95^\circ$  e  $130^\circ$  (Figura 15);
- largura do cilindro - varia entre 0,9 m e 1,6 m; e
- diâmetro do cilindro - varia entre 0,65 m e 0,90 m.



**Figura 15.** Ângulo de envoltura do cilindro.  
Fonte: Manual... (1984).

Para se determinar a capacidade do côncavo, pode-se empregar a seguinte fórmula:

$$\text{superfície do côncavo} = p \cdot D \text{ (m)} \cdot L \text{ (m)} \cdot AE / 360 = \text{m}^2,$$

onde:  $p = 3,1416$   
 $D = \text{diâmetro, em metros}$   
 $L = \text{largura, em metros}$   
 $AE = \text{ângulo de envoltura, em graus}$

Exemplo: um cilindro de 1,2 m de largura, com 0,56 m de diâmetro e ângulo de envoltura de 110 graus, como mostra a Figura 14, tem uma superfície de côncavo de:  $3,1416 \times 0,56 \times 1,2 \times 110 / 360 = 0,65 \text{ m}^2$

A capacidade de trilha também está relacionada com a quantidade de barras do côncavo. Em trigo, geralmente, são usadas de 6 a 8 barras. Os espaços entre os arames do côncavo variam de 9,0 mm a 12,5 mm.

Pode ocorrer que, mesmo tendo sido realizada uma correta regulagem do regime de velocidade do cilindro e da abertura do cilindro e do côncavo, ainda passem espigas sem trilhar. Nesse caso, aconselha-se cobrir, com placas cegas, duas a quatro das primeiras aberturas do côncavo.

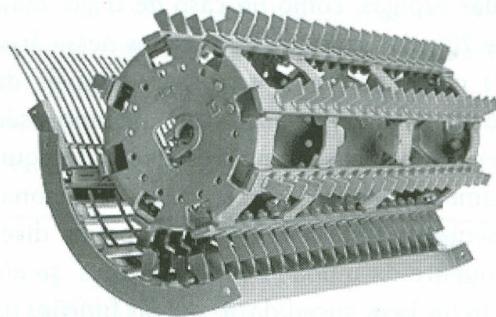
## Cilindro

Um cilindro trilhador bem ajustado funciona como um volante (de alta inércia), tolerando os esforços causados pela trilha, sem perder rotação. A manutenção e a reposição das barras e o controle de balanceamento do cilindro são aspectos que devem ser sempre considerados.

Existem dois tipos principais de cilindros debulhadores:

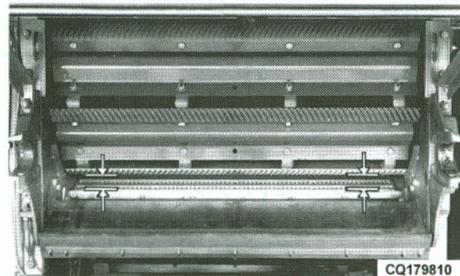
a) de dentes ou dedos – também chamado de cilindro americano. Conforme mostra a Figura 16, a ação se produz pela passa-

gem dos dedos do cilindro entre os dedos do côncavo, produzindo a debulha por fricção das espigas entre os dedos fixos e os móveis. É o sistema usado para a colheita de arroz, de feijão e de sorgo.



**Figura 16.** Cilindro e côncavo de dentes.  
 Fonte: Manual... (1984).

b) de barras – é o cilindro mais usado para trigo. É constituído por 6 ou 8 barras de aço que apresentam uma forma exterior arredondada e coberta por estrias oblíquas. Conforme mostra a Figura 17, há duas barras sucessivas dispostas com o estriado inclinado. Suas características são: diâmetro entre 400 mm e 600 mm, comprimento entre 800 mm e 1800 mm e velocidade de trabalho entre 400 rpm e 1600 rpm.



**Figura 17.** Cilindro de barras.  
 Fonte: Manual... (1984).

A abertura entre o cilindro e o côncavo é regulável em função do tipo de cultura, da densidade de alimentação, da umidade do grão e da umidade da massa de produto.

O processamento do cereal, nessa importante área, influencia totalmente o funcionamento da colhedora, pois, se não houver uma operação de trilha equilibrada, todas as outras funções da máquina que seguem à trilha serão prejudicadas.

## Regulagens do cilindro

### Abertura entre cilindro e côncavo

A abertura entre o cilindro e o côncavo, afeta a qualidade da ação trilhadora e a quantidade de grãos que é separada da palha pelo côncavo.

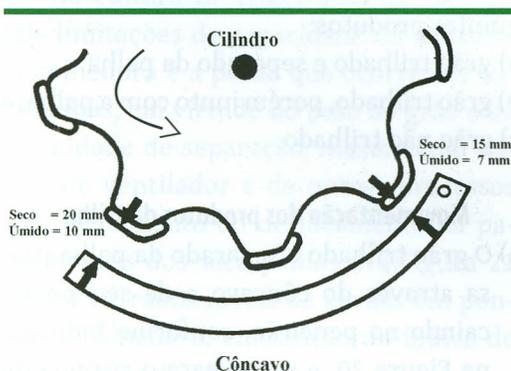
Para trigo, a separação aconselhada entre cilindro e côncavo, conforme mostra a Figura 18, é:

trigo seco: 20 mm na frente - 15 mm atrás

trigo úmido: 10 mm na frente - 7 mm atrás

A abertura entre o cilindro e o côncavo deve ser maior na entrada do que na saída. Isso porque o maior volume de material encontra-se no começo da trilha. Essa concentração vai diminuindo à medida que os grãos vão caindo através do côncavo.

A regulagem dessa abertura é efetuada de forma mecânica, elétrica ou hidráulica, dependendo do modelo de colhedora. Para que a trilha seja uniforme, é necessário que a abertura entre cilindro e côncavo

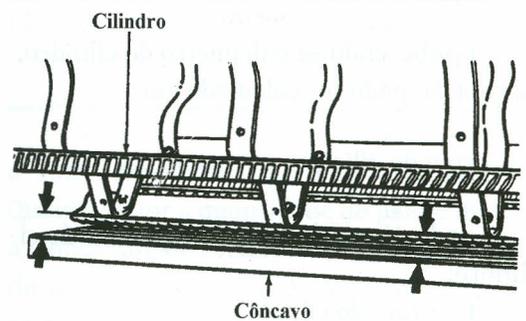


**Figura 18.** Abertura cilindro e côncavo.

Fonte: Manual... (1984).

seja igual em ambos os extremos do cilindro (Figura 19).

Quando a trilha não está adequada, pode-se reduzir a abertura entre o côncavo e o cilindro, para tornar mais delgada a camada de palha, fazendo com que a maioria



**Figura 19.** Côncavo paralelo com o cilindro.

Fonte: Manual... (1984).

das espigas entrem em contato com o cilindro e haja melhor ação de trilha. À medida que se aumenta o espaçamento entre o cilindro e o côncavo, a trilha ocorre mais na parte traseira do côncavo e não há tempo para que os grãos sejam separados. Como resultado, estes caem sobre os saca-palhas, sobrecarregando-os.

### Velocidade do cilindro

A velocidade do cilindro afeta a qualidade de grãos trilhados e eleva a quantidade de grãos quebrados. Segundo as condições da lavoura de trigo, deve-se estabelecer a velocidade tangencial do cilindro, expressa em m/s, que é calculada da seguinte maneira:

$$\text{velocidade tangencial do cilindro} = (2p / 60) \times \text{raio do cilindro (m)} = \text{m/s.}$$

As velocidades aconselhadas para trigo variam entre 24 m/s e 35 m/s, estando a lavoura seca ou úmida, respectivamente. Na Tabela 2 são mostrados alguns valores médios.

**Tabela 2.** Velocidade do cilindro (rpm), em função da condição da lavoura de trigo e do diâmetro do cilindro.

Condição da lavoura	Velocidade tangencial (m/s)	rpm do cilindro		
		D = 51 cm	D = 56 cm	D = 61 cm
Trigo seco	24	895	815	750
Trigo úmido	35	1.315	1.200	1.100

Fonte: Bragachini e Bonetto (1990).

Conhecendo-se o diâmetro do cilindro, a rotação pode ser calculada por:

$$\text{rpm do cilindro} = V_t \times 60 / 2\pi \times R_c,$$

onde:  $V_t$  = velocidade tangencial do cilindro;

$R_c$  = raio do cilindro.

Exemplo: trigo seco -  $V_t$  aconselhada = 24 m/s

Raio do cilindro = 0,28 m

Assim:  $24 \times 60 / 6,2832 \times 0,28 = 815 \text{ rpm}$ .

### Ação trilhadora

A eficiência de trilha depende da abertura entre o cilindro e o côncavo, da velocidade de rotação do cilindro e das condições da lavoura, que podem variar ao longo da jornada de colheita. Assim, a abertura e a velocidade devem ser reguladas conjuntamente.

### Excesso de trilha

O excesso de ação trilhadora é causado tanto por rotação elevada do cilindro como por pouco espaçamento entre côncavo e cilindro. Essa rotação poderá ser reduzida, diminuindo-se a velocidade do cilindro. Inicialmente, reduza em apenas 5% a rotação. Verifique os resultados dessa mudança. Se a redução de rotação em até 10% não resolver o problema, abra ligeiramente o côncavo. Se a ação trilhadora excessiva não for resolvida por esses meios, diminua a velocidade de avanço da colhedora, reduzindo assim o volume de material que entra na máquina.

### Falta de trilha

A falta de ação trilhadora é causada tanto por rotação do cilindro muito baixa como por abertura muito ampla entre o cilindro e o côncavo. Nesse caso, deve-se aumentar a rotação do cilindro em 5%. Se isso não resolver, diminua um pouco a abertura entre o cilindro e o côncavo. Sob certas condições de colheita (pouca palha), a falta de ação trilhadora poderá não ser resolvida apenas com esses ajustes. Nesse caso, aumente a velocidade de trabalho da colhedora.

### Separação final do grão

O material que já foi trilhado é conduzido à área de separação. Essa unidade é composta por batedor traseiro, pente do côncavo, cortinas e saca-palhas.

Os grãos que não foram separados na trilha deverão ser separados na área de separação. O batedor traseiro é um defletor rotativo, que executa uma segunda batida na palha contra o pente do côncavo, deslocando-a para o saca-palhas, onde é realizada a separação final.

As cortinas defletem o material jogado pelo batedor traseiro, fazendo com que o material seja distribuído uniformemente sobre o saca-palhas.

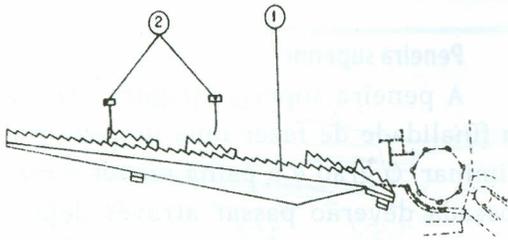
Após a operação de trilha, tem-se os seguintes produtos:

- grão trilhado e separado da palha;
- grão trilhado, porém junto com a palha;
- grão não trilhado.

### Movimentação dos produtos da trilha

- O grão trilhado e separado da palha passa através do côncavo e de seu pente, caindo no peneirão, conforme indicado na Figura 20, e segue para o sistema de limpeza pela ação do movimento alternativo do peneirão.

- b) O grão trilhado, mas que permanece junto com a palha, é jogado pelo batedor para cima do saca-palhas. Pelo movimento oscilatório deste, o produto desliza pelo interior da calha do saca-palhas (1), caindo no peneirão, e segue depois para o sistema de limpeza. A palha é transportada para a parte traseira da máquina e daí para o solo ou para o picador de palhas.
- c) O grão não trilhado cai através do côncavo e de seu pente sobre o peneirão e segue para o sistema de limpeza.



**Figura 20.** Separação final do grão. 1- saca-palhas; 2- chapa dentada.

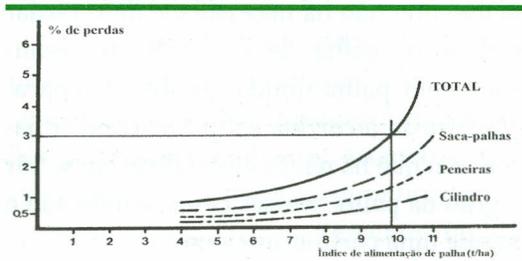
Fonte: Manual... (1984).

### Saca-palhas

O saca-palhas tem a finalidade de separar cerca de 20% dos grãos que não caíram através do côncavo e foram enviados, juntamente com a palha, para essa unidade de separação.

Na cultura de trigo, uma das principais limitações da capacidade de trabalho da colhedora é a perda que ocorre nos saca-palhas, em virtude do peso do grão e da dificuldade de separação, mesmo com auxílio de ventilador e de outros processos de retardamento do deslocamento da palha através dos saca-palhas. Na Figura 21 são encontrados níveis de perdas em pontos da colhedora, em função do índice de alimentação de palha.

O regime de oscilação dos saca-palhas deve sempre estar regulado de acordo com



**Figura 21.** Níveis aceitáveis de perdas de uma colhedora, para a cultura de trigo.

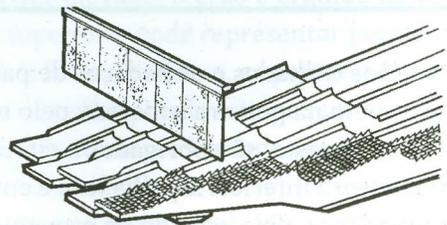
Fonte: Bragachini e Bonetto (1990).

o volume de palha que passa sobre eles. Quanto maior a quantidade de palha, maior a velocidade de oscilação, de modo a impedir que se forme uma camada muito espessa e que esta venha a impedir a separação do grão. A velocidade também está relacionada com o peso da palha e com a condição desta (seca ou úmida). O regime de oscilações pode variar entre 150 e 250 ciclos por minuto para colhedoras de 4 a 6 saca-palhas. A capacidade de separação também depende do comprimento dos saca-palhas.

### Cortinas

A cortina apresentada na Figura 22 é colocada sobre os saca-palhas com a finalidade de retardar o fluxo do produto, dando mais tempo para soltar os grãos da palha. Também evita que os grãos sejam lançados, pelo batedor, para fora da colhedora.

A cortina na posição inclinada é indicada para a colheita de trigo, na qual, nor-



**Figura 22.** Cortina sobre os saca-palhas.

Fonte: Manual... (1984).

malmente, não há necessidade de retardar o fluxo de palha. Se a colheita for realizada com palha úmida, de difícil separação, usa-se a cortina solta. Ocorrem situações em que há muita dificuldade em soltar o grão da palha. Nesses casos, é indicado o uso de uma cortina adicional.

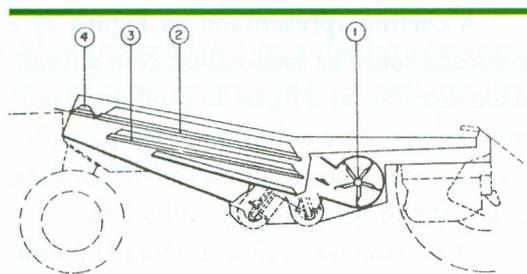
### Limpeza de cereais

A maior parte da separação realiza-se inicialmente no côncavo e completa-se por meio dos saca-palhas.

Acompanhando os grãos, há resíduos de palha que são impelidos ao sistema de limpeza pelo movimento oscilatório dos saca-palhas.

O sistema de limpeza é formado, basicamente, por conjuntos do ventilador (1), peneira superior (2), peneira inferior (3) e peneira de retilha (4), conforme pode ser visto na Figura 23.

A função do sistema de limpeza é remover a maioria dos resíduos de palha, que são mais leves do que os grãos.



**Figura 23.** Limpeza de cereais. 1 - ventilador; 2 - peneira superior; 3 - peneira inferior; 4 - retilha.

Fonte: Manual... (1984).

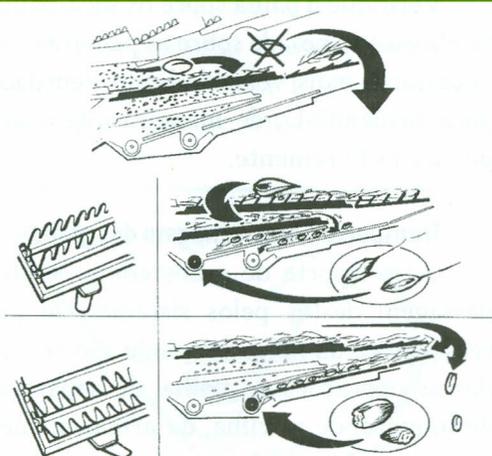
1. Os grãos trilhados e os pedaços de palha que caem na peneira superior, pelo movimento desta, são obrigados a circular na peneira inferior. A palha leve é então jogada fora, pela ação do ar proveniente do ventilador, e os grãos seguem para o caracol de transporte do grão limpo.

2. Os grãos trilhados, porém misturados com a palha, caem na peneira superior e, pelo movimento desta, vão sendo dirigidos para a peneira inferior e deslocam-se para o caracol de transporte do grão limpo.
3. Os grãos não trilhados, por possuírem maior dimensão e, por consequência, não passam pelas venezianas das peneiras de limpeza, vão cair na peneira de retilha e, em seguida seguem para o caracol de transporte da retilha, para nova operação de separação.

### Peneira superior

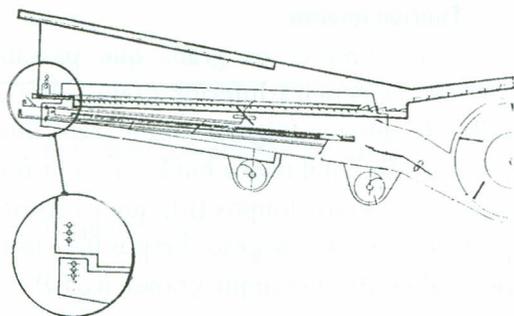
A peneira superior (Figura 24) tem a finalidade de fazer uma limpeza preliminar. O grão e a palha menor e mais pesada deverão passar através dela. A peneira superior deve ser regulada para que o fluxo de ar separe a palha do grão, não permitindo a passagem de sujeira para a peneira inferior. Se estiver muito aberta, a peneira superior sobrecarregará a peneira inferior. O sintoma é uma retilha demasiadamente carregada de palha. Por outro lado, quando fechada demais, tem-se uma retilha carregada de grãos e, como resultado, muitos grãos quebrados no tanque graneleiro. Também ocorrem maiores perdas de grãos.

A peneira superior tem 3 posições de ajuste: horizontal, média e alta (Figura 25). Quando a alimentação é abundante, a peneira superior deve estar na posição horizontal. À medida que a quantidade de material que entra na colhedora diminui (baixos rendimentos), a posição da peneira superior deve ser elevada progressivamente, até se obter uma camada uniforme de material em toda a peneira.



**Figura 24.** Peneira superior.

Fonte: Manual... (1984).

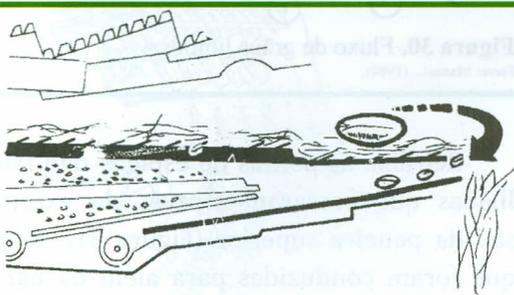


**Figura 25.** Regulagem da peneira superior.

Fonte: Manual... (1984).

### Extensão da peneira superior

Tem a função básica de recuperar as pontas de espigas ou as espigas não completamente trilhadas, conduzindo-as para a retrilha (Figura 26). Ela deverá estar um pouco mais aberta que a peneira superior.



**Figura 26.** Extensão da peneira superior.

Fonte: Manual... (1984).

### Peneira inferior

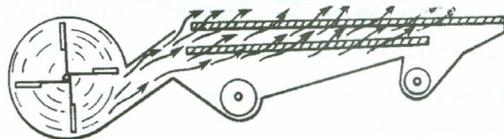
Na peneira inferior, todos os restos de palha são separados do grão. Estando excessivamente aberta, aparecerá muita palha picada no graneleiro; estando demasiadamente fechada, haverá muitos grãos na retrilha e, conseqüentemente, muitos grãos quebrados no tanque graneleiro.

### Chapa aparadora de grãos

Tem a função de captar as pontas de espigas não totalmente trilhadas, e que não tenham sido recuperadas pela extensão da peneira superior.

### Ventilador

O ventilador fornece corrente de ar uniformemente orientada para as peneiras superior e inferior, com a finalidade de mantê-las limpas para a passagem de grãos (Figura 27).



**Figura 27.** Ventilador.

Fonte: Manual... (1984).

A regulagem do fluxo de ar do ventilador pode ser feita abrindo-se parcialmente as entradas laterais do ventilador ou, ainda, alterando-se a rotação por meio de um variador contínuo de velocidade. Se o fluxo estiver elevado, o grão é erguido da peneira superior e pode representar perdas. Se o fluxo for muito fraco, as peneiras ficam sujas de palha picada e impedem que o grão caia, também provocando perdas.

Para melhorar a orientação da corrente de ar e tornar mais eficaz a limpeza de diferentes lotes de trigo, durante uma jornada de colheita, existem aletas direcionais

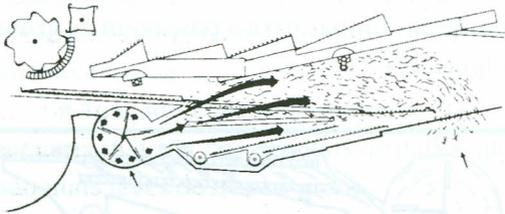
doras de ar que orientam a corrente mais a frente ou mais para trás das peneiras, dependendo da condição da lavoura.

### Avaliação da limpeza

Os grãos no tanque graneleiro deverão estar limpos, para que se alcance maior valor no mercado (menos descontos de impurezas). As perdas nessa unidade deverão ser mínimas. As perdas de grãos na unidade de limpeza poderão ser causadas por:

#### a) corrente de ar muito forte

O indicador, como mostra a Figura 28, são grãos soprados para fora das peneiras e pequena quantidade de palha sobre a peneira superior. A solução é reduzir a velocidade do ventilador.

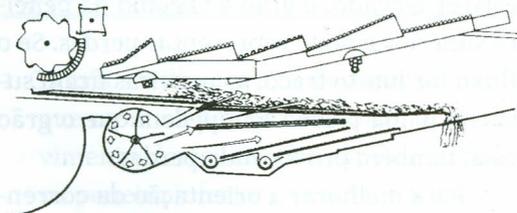


**Figura 28.** Corrente de ar muito forte ou excessiva.

Fonte: Manual... (1984).

#### b) corrente de ar muito fraca

A corrente de ar muito fraca (Figura 29) fará com que muita palha permaneça sobre os alvéolos das peneiras, obstruindo a passagem de grãos e gerando perdas.



**Figura 29.** Corrente de ar muito fraca ou insuficiente.

Fonte: Manual... (1984).

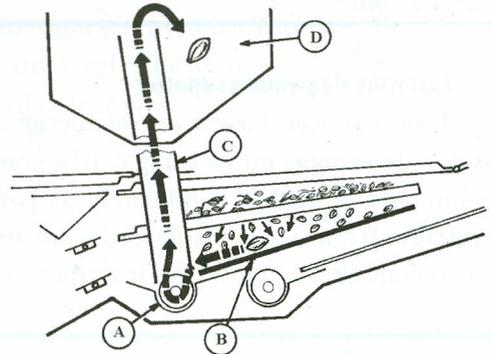
Verifique a palha sobre os saca-palhas. Se ela estiver pesada sobre as peneiras, será necessário mais velocidade no ventilador para suspendê-la, de maneira que o grão possa cair livremente.

### Transporte e armazenagem dos grãos

O transporte de grãos compreende a passagem destes pelos sistemas de processamento da máquina, onde são realizadas as operações de trilha, de separação, de limpeza, de retrilha, de armazenamento e, posterior, de descarregamento do cereal colhido.

### Funcionamento

Grãos limpos: os grãos que passam através da peneira inferior caem sobre a calha de retorno (Figura 30) de grãos limpos (A). São conduzidos então, ao sem-fim inferior de grãos limpos (B), que os transporta ao elevador de grãos limpos (C) e deste, finalmente, ao tanque graneleiro (D).

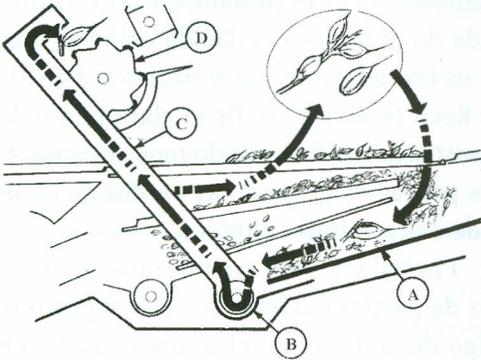


**Figura 30.** Fluxo de grãos limpos.

Fonte: Manual... (1984).

Retrilha: as pontas de espigas não trilhadas que passaram através da extensão da peneira superior (Figura 31), e as que foram conduzidas para além da parte final da peneira inferior, caem sobre a placa de retrilha (A), deslizando por

sua vez, até o sem-fim inferior da retrilha (B). Esse material é levado então, pelo elevador da retrilha (C) para a parte frontal do cilindro (D), onde é trilhado.



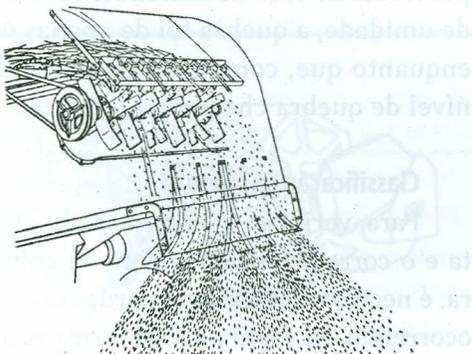
**Figura 31.** Fluxo de retrilha de uma colhedora.

Fonte: Manual... (1984).

## Acessórios ou opcionais de fábrica

### Picador de palha

Como o trigo apresenta uma alta relação palha-grão, é necessário que a colhedora triture a palha que sai na parte traseira da máquina e a distribua uniformemente sobre a superfície do solo. Assim sendo, é conveniente o uso de um picador de palha (Figura 32) para essa finalidade, principalmente em lavouras sob sistema plantio direto, em que a uniformidade de distribui-



**Figura 32.** Picador de palha.

Fonte: Manual... (1984).

ção é fundamental para o bom desempenho das semeadoras. Maiores detalhes podem ser encontrados no capítulo 7 deste livro.

## Perdas de trigo na colheita

A preocupação com os índices de perdas na colheita não é recente. Estudos sempre foram realizados, ações governamentais já foram implementadas, mas nenhum segmento envolvido levou adiante o trabalho de, uma vez detectado o problema, resolvê-lo com o desenvolvimento de novas tecnologias.

Segundo Brasil (1993), o índice médio de perdas na colheita, para a cultura de trigo, chega a 5%. Somando-se às perdas que ocorreram na colheita àquelas decorrentes de transporte, de armazenamento e de processamento industrial, chega-se ao impressionante índice de 15%.

Em meados de 1980, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento instituiu um grupo de trabalho, com representantes da Embrapa, da Emater, da Companhia Brasileira de Armazenamento (Cibrazem) e do Centro de Energias Alternativas (Cenea), para analisar os dados existentes sobre perdas de grãos em todo o processo, desde a colheita até o armazenamento. Netto (1980), diante dos fatos apontados pelo grupo de trabalho, concluiu ser de todo recomendável a adoção imediata de um elenco de medidas, visando a alcançar reduções no índice de perdas de grãos durante a colheita e nas fases posteriores.

A partir desse documento balizador, muitas ações de pesquisa e de extensão rural foram efetuadas, nos primeiros anos da década de 1980.

Embrapa (1981) apresentou uma síntese dos trabalhos sobre perdas ocorridas na safra 1980/81, para as culturas de arroz e de

trigo. Os resultados dessa pesquisa foram:

- arroz de sequeiro - perdas médias de 2% a 6%;
- arroz irrigado - perdas de até 30%; e
- trigo - perdas médias de 5%.

Portella (1981) apresentou o resultado de um trabalho conjunto Embrapa, Emater - RS e cooperativas tritícolas sobre perdas na colheita de trigo. Suas conclusões deixam claro que existe uma correlação entre teor de umidade, regulação de mecanismos e índice de perdas. As perdas médias ficaram em 4,7%, sem regulação adequada, passando para 3,0%, com algumas regulagens básicas. Observou também que, com 16% de umidade nos grãos, a porcentagem de perdas foi de 5,4%, baixando para 1,8%, quando a umidade passou para 12%.

Fernandes (1981) realizou trabalho semelhante na região de Dourados, MS. Os dados mostraram que, de 24 lavouras pesquisadas, 16 apresentaram perdas abaixo de 5%, seis entre 5% a 10% e apenas duas acima de 10%. O que mais chamou a atenção foi o fato de que os operadores das colhedoras não estavam cientes, nem preocupados com as perdas na colheita.

Mesquita e Gaudêncio (1982) desenvolveram uma metodologia para simplificar a análise de perdas na colheita e criaram o copo medidor de perdas, através do método volumétrico de estimativa de perdas.

Também preocupada com o excesso de perdas na colheita, a Perdas... (1988) publicou um completo manual sobre como avaliar as perdas de colheita e as principais regulagens a serem observadas na colhedora.

Muitos autores, dentre os quais Bragachini e Bonetto (1990), conduziram trabalhos para melhorar a operação de colheita. Verificaram que o ajuste de parâmetros da colhedora, tais como velocidade de avanço,

rotação do cilindro, abertura do côncavo e fluxo de ar, apresentou resultados significativamente positivos.

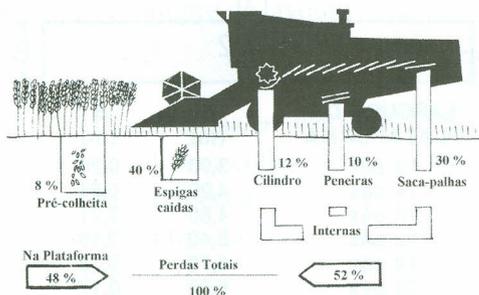
Outro fator importante, não apenas no que se refere ao nível de perdas, mas sim na qualidade do grão colhido, é o teor de umidade do grão por ocasião da colheita. Desde os trabalhos de Vas e Harrison (1969) e de Reed et al. (1974), ficou claramente demonstrada a influência do teor de umidade nas perdas de grãos e nas perdas de qualidade dos produtos colhidos.

Portella (1997) apresentou resultados de perdas e danos físicos em grãos de trigo durante a colheita mecanizada, em vários teores de umidade. Em 1995, em um estudo preliminar, colheu trigo da cultivar BR 23 em duas condições de umidade: 18,1% e 26,4%. Colhendo na maior umidade, obteve perdas de 8,6%, enquanto que na menor umidade, as perdas baixaram para 5,1% (redução de 61%). Para comprovar esse resultado, em 1996 realizou um estudo de épocas de colheita de trigo. Usando a cultivar Embrapa 52, iniciou a colheita quando o trigo tinha 27,1% de umidade, encontrando 6,4% de perdas. Na última época de colheita, com teor de umidade de 13,5%, as perdas baixaram para 3,2%. No entanto, o índice de grãos quebrados foi inversamente proporcional ao teor de umidade. Com 27,1% de umidade, a quebra foi de apenas 0,2%; enquanto que, com 13,5% de umidade, o nível de quebra chegou a 3,9%.

### Classificação das perdas

Para verificar a eficiência da colheita e o correto funcionamento da colhedora, é necessário avaliar as perdas que estão ocorrendo. Na Figura 33, de forma resumida, são apresentados os principais pontos de perda em uma colheita de trigo.

## TIPOS DE PERDAS

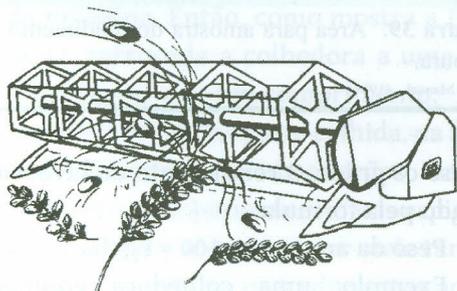


**Figura 33.** Tipos de perdas de colheita de trigo e onde ocorrem.

Fonte: Bragachini e Bonetto (1990).

Existem diversas formas para classificar as perdas na colheita. Uma classificação adequada para trigo seria:

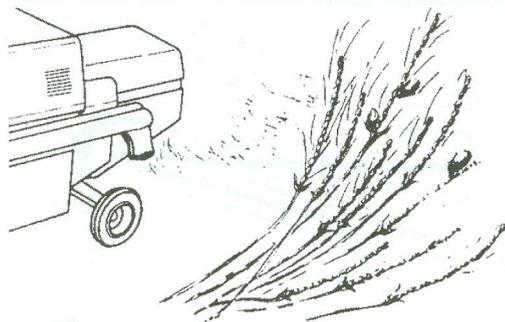
- 1. Perdas em pré-colheita.** São as perdas devidas aqueles grãos ou espigas caídos no solo, antes de iniciar a colheita, ocasionadas por condições climáticas (ventos, chuvas, etc.), por doenças ou por pragas, ou até mesmo devido à cultivar semeada.
- 2. Perdas na plataforma de corte.** Conforme apresenta a Figura 34, são aquelas devidas ao desnivelamento da plataforma, pneus descalibrados, alta velocidade do molinete (acima de 25% da velocidade de avanço), sem-fim alimentador muito baixo, molinete muito avançado, folga na barra de corte, corte irregular das navilhas ou alta velocidade de deslocamento.



**Figura 34.** Perdas na plataforma de corte.

Fonte: Manual... (1984).

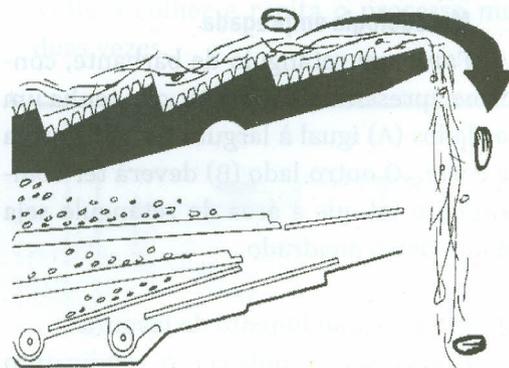
- 3. Perdas na unidade de trilha.** São aquelas devidas às pontas de espigas parcialmente trilhadas (Figura 35), que saem da colhedora através dos saca-palhas e das peneiras, causadas por: abertura entre côncavo e cilindro, baixa rotação do cilindro ou alta velocidade de deslocamento.



**Figura 35.** Perdas na unidade de trilha.

Fonte: Manual... (1984).

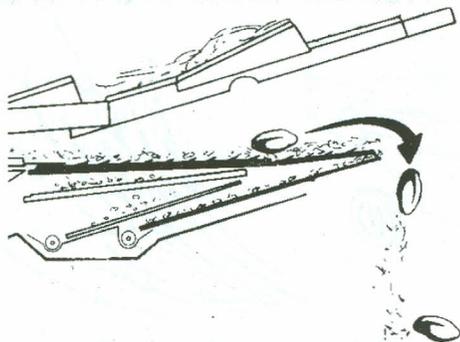
- 4. Perdas nos saca-palhas.** São devidas aqueles grãos soltos que não conseguiram ser separados da palha e que saem pelos saca-palhas, para fora da colhedora (Figura 36), causadas por: extensão do côncavo desajustada, ventilação incorreta, saca-palhas sobrecarregados e/ou alta velocidade de deslocamento.



**Figura 36.** Perdas nos saca-palhas.

Fonte: Manual... (1984).

**5. Perdas nas peneiras.** São devidas aqueles grãos que saem pelas peneiras, conforme mostra a Figura 37, determinadas por: rotação inadequada do ventilador, direção incorreta do fluxo de ar, peneira superior muito fechada, alta rotação do cilindro ou, ainda, desalinhamento entre cilindro e côncavo.



**Figura 37.** Perdas nas peneiras.

Fonte: Manual... (1984).

### Como quantificar as perdas

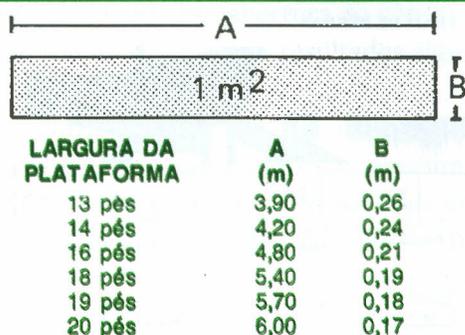
É necessário empregar um método eficiente de medição de perdas de grãos, para identificar onde e em que quantidades estão ocorrendo. Não é recomendável fazer estimativas visuais que, quase sempre, levam a valores subestimados, pois é impossível visualizar todas as sementes deixadas sobre o solo, após a colheita.

### Metodologia empregada

Fazer um retângulo de barbante, conforme apresenta a Figura 38, que tenha um dos lados (A) igual à largura da plataforma de corte. O outro lado (B) deverá ter comprimento tal que a área do retângulo seja de um metro quadrado.

#### 1º Passo: Rendimento da lavoura

É necessário conhecer o rendimento da lavoura para poder calcular, com maior exatidão, a porcentagem de perdas.

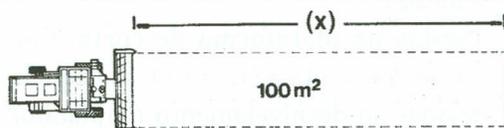


**Figura 38.** Retângulo de barbante para quantificar as perdas de colheita.

Fonte: Manual... (1984).

**Procedimentos:** a colhedora deve estar completamente vazia de grãos no tanque graneleiro, nos elevadores e nos sem-fins.

- Colha uma amostra de 100 m<sup>2</sup>, conforme apresenta a Figura 39.
- Coloque um saco de aniagem na entrada de grãos no tanque graneleiro, de modo a coletar os grãos colhidos.



### Para completar 100 m<sup>2</sup> usando plataforma de corte de:

- 13 pés - a distância (x) a percorrer é de 26 metros;
- 14 pés - " é de 24 metros;
- 16 pés - " é de 21 metros;
- 18 pés - " é de 19 metros;
- 19 pés - " é de 18 metros;
- 20 pés - " é de 17 metros.

**Figura 39.** Área para amostra do rendimento da lavoura.

Fonte: Manual... (1984).

- Pese os grãos. O rendimento da lavoura é dado pela fórmula:

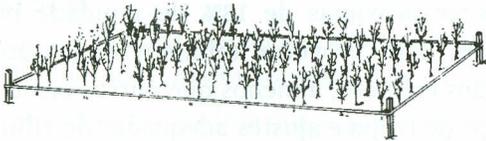
Peso da amostra x 100 = kg/ha.

Exemplo: uma colhedora equipada com plataforma de corte de 16 pés terá que percorrer 21 metros para completar 100 m<sup>2</sup>.

O peso da amostra colhida foi de 18 kg. Assim, o rendimento da lavoura será:  $18 \times 100 = 1.800 \text{ kg/ha}$ .

### 2º Passo: Perdas em pré-colheita

- Antes de iniciar a colheita, faça três quantificações usando a armação de  $1 \text{ m}^2$  em locais distintos da área que se pretende colher.
- Arme o retângulo de barbante, como mostra a Figura 40, no sentido transversal à semeadura.
- Conte os grãos, inclusive os que estão nas espigas caídas dentro da armação.
- Some e divida por três, encontrando a média de grãos perdidos na pré-colheita. Suponha uma perda média de  $40 \text{ grãos/m}^2$ .

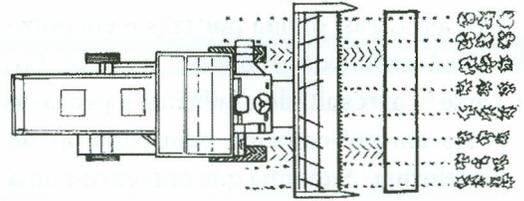


**Figura 40.** Quantificação de perdas em pré-colheita.

Fonte: Manual... (1984).

### 3º Passo: Perdas na plataforma de corte

- Colha uma área pequena, até completar aproximadamente um quarto do tanque graneleiro.
- Pare a colhedora, deixando-a em funcionamento até jogar toda a palha para fora da máquina. Então, como mostra a Figura 41, retroceda a colhedora a uma distância igual a de seu comprimento.
- Arme o medidor na parte colhida, na frente da colhedora, e conte os grãos, inclusive aqueles que permanecem nas espigas.
- Volte a colher até completar meio tanque e, então, repita os procedimentos acima para obter a segunda quantificação.
- Volte novamente a colher, até completar



**Figura 41.** Quantificação de perdas na plataforma de corte.

Fonte: Manual... (1984).

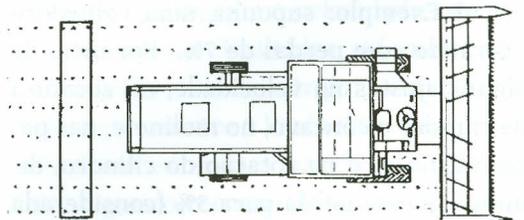
aproximadamente três quartos de tanque, repetindo os procedimentos anteriores, para obter a terceira medida.

- Some o total de grãos encontrados nas três amostras, divida por três e obtenha a média de grãos perdidos.
- Para encontrar as perdas na plataforma de corte, tome este número e subtraia do resultado das perdas de grãos em pré-colheita.

Suponha uma média de  $100 \text{ grãos/m}^2$ . Subtraindo os  $40 \text{ grãos/m}^2$  das perdas de pré-colheita, teremos as perdas da plataforma de corte =  $60 \text{ grãos/m}^2$ .

### 4º Passo - Perdas na trilha, nos saca-palhas e nas peneiras

- Arme o medidor atrás da colhedora, na parte já colhida (Figura 42).
- Conte os grãos, inclusive os que permaneceram nas espigas.
- Volte a colher e repita o processo mais duas vezes.



**Figura 42.** Perdas na trilha, nos saca-palhas e nas peneiras.

Fonte: Manual... (1984).

- Some o total de grãos encontrados nas três amostras, divida por três e encontre a perda média de grãos.
- Tome este resultado e subtraia a perda de grãos em pré-colheita, bem como as de plataforma. Suponha que encontrou uma média de 180 grãos/m<sup>2</sup>.

A perda na trilha, nos saca-palhas e nas peneiras é:  $180 - 40 - 60 = 80$  grãos/m<sup>2</sup>.

#### 5º Passo - Perda total da colhedora

A perda total da colhedora é resultado do 3º passo mais o 4º passo, ou seja: (perdas na plataforma) + (perdas na trilha, nos saca-palhas e nas peneiras). Assim, as perdas totais neste exemplo seriam:  $60 + 80 = 140$  grãos/m<sup>2</sup>.

Considerando o peso de mil sementes ( $\pm 40$  gramas/1.000 sementes), a perda desta colhedora seria: 56 kg/ha.

#### 6º Passo - Porcentagem de perdas

Para obter a porcentagem de perdas, calcule, através da seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Porcentagem de perdas} &= (\text{Perda total} \times 100) / \text{Rendimento da lavoura} \\ &= (56 \times 100) / 1.800 = 3,11\% \end{aligned}$$

#### Que significa perder grãos

Grão perdido é dinheiro perdido. Um bom exemplo abaixo mostra o quanto pode ser ganho com ajustes adequados e operações corretas de sua colhedora.

1º Exemplo: suponha uma colhedora operando com perdas de 7%. Por meio de alguns ajustes na velocidade, na abertura de cilindro e côncavo, no molinete, nas peneiras, no ar e na rotação do cilindro, diminui-se essa perda para 3% (considerada normal para trigo). Se o rendimento médio da lavoura é 2.000 kg/ha e, na média, colhem-se 2 hectares por hora, ao fim de uma

jornada de trabalho de 8 horas terão sido colhidos 16 hectares. Assim:

7% de 2.000 kg/ha = 140 kg/ha de perdas

3% de 2.000 kg/ha = 60 kg/ha de perdas

Ou seja, 80 kg/ha de lucro  $\times$  16 hectares/dia = 1.280 kg = 21 sacos de trigo por dia de colheita.

#### Efeito do teor de umidade e sua correlação com as regulagens

Algumas informações já estão disponíveis a respeito do efeito do teor de umidade, por ocasião da colheita antecipada, sobre algumas características do grão de trigo. Na Tabela 3 encontra-se a porcentagem de grãos danificados (quebrados e/ou amassados), em função de vários níveis de umidade.

Desse modo, as colheitas deveriam começar próximas de 18% de umidade no grão, para provocar mínimos danos aos grãos colhidos, a menos que outros princípios de trilha e ajustes adequados de cilindro/côncavo fossem feitos.

**Tabela 3.** Efeito da umidade do grão de trigo na porcentagem de grãos danificados.

% de umidade no grão	% de grãos danificados
33,4	10,3
29,4	7,3
23,4	2,7
20,3	1,0
18,4	1,0
15,8	0,5

Fonte: Vas e Harrison (1969).

Para verificar essa correlação, outros testes foram feitos em relação à folga de cilindro e côncavo, bem como à rotação do cilindro em diferentes situações, cujos resultados estão resumidos na Tabela 4.

Verifica-se que as condições de germinação e de dano visual ao grão são melho-

**Tabela 4.** Efeitos da umidade do grão, da rotação do cilindro e da folga cilindro-côncavo no percentual de germinação e no dano visual de grãos de trigo.

	Umidade do grão (%)				Rotação do cilindro (rpm)			Folga cilindro - côncavo (mm)		
	24,7	19,6	16,3	13,0	1140	1260	1400	3,0	6,0	9,5
Germinação (%)	79,4	91,9	92,1	87,8	89,3	88,4	85,8	85,5	89,3	88,2
Dano visual (%)	1,3	0,6	0,6	1,9	0,7	1,2	1,5	1,2	1,0	1,2

Fonte: Vas e Harrison (1969).

res nas menores rotações do cilindro, nas umidades entre 16% e 20% e folga de 6 mm entre o cilindro e côncavo. Essa poderia ser considerada uma regulagem básica, durante a passagem do grão por esses níveis de umidade.

Considerando a eficiência da colhedora no processo de colheita antecipada, alguns parâmetros foram levantados em trabalhos preliminares, devendo ser observados com atenção:

- as colhedoras possuem capacidade para trilhar; no entanto, as perdas de cilindro aumentam à medida que o teor de umidade no grão é maior;
- as perdas nos mecanismos de limpeza são menores no intervalo entre 13% e 19% de umidade no grão;
- as perdas de plataforma são reduzidas com o aumento do teor de umidade; e
- a melhor eficiência da colhedora ocorre entre 15% e 20% de umidade no grão.

### Como evitar as perdas

As perdas na colheita podem acontecer por vários motivos. Além de ajustes incorretos, de manutenção ou de conservação inadequadas da colhedora, existem outras causas que, uma vez corrigidas, resultarão em melhor performance e em maior lucratividade.

Uma das causas de perdas é a falta de perícia do operador. O operador de colhedora eficiente é aquele indivíduo treinado, que conhece o funcionamento da

máquina e os princípios básicos de operação, sabe identificar e quantificar as perdas, e realiza corretamente os ajustes na colhedora.

Outra causa principal são as más condições da lavoura.

- Em lavoura com excesso de plantas daninhas: reduzir a velocidade de avanço e/ou realizar um corte mais alto, de modo a diminuir a quantidade de material verde que entra na colhedora.
- Onde houver produto caído: reduzir a velocidade de avanço e baixar a altura de corte. Para trigo, usar os levantadores de cereais na plataforma de corte.

### Regras gerais para colheita

A colhedora, para alcançar os mais altos níveis de desempenho, deverá estar em perfeitas condições de trabalho. Com antecedência, realizar uma boa revisão. Isso evitará paradas e perda de tempo durante a colheita.

- Ao iniciar a colheita, operar com uma velocidade baixa, para sentir e para dominar as funções da colhedora. Gradualmente, aumentar a velocidade, sempre verificando os resultados, até encontrar a mais adequada. Para trigo, essa velocidade situa-se entre 3 km/hora a 5 km/hora.
- Realizar os ajustes básicos da colhedora, segundo recomendação do Manual de Operação.
- Colher uma certa área e quantificar as perdas que estão ocorrendo.

- Verificar frequentemente os grãos no tanque graneleiro, na retrilha, e a palha nos saca-palhas, para comprovar a apropriada ação trilhadora. Se necessário, ajustar a rotação do cilindro e a abertura do côncavo.
- Sempre que alterar algum ajuste, comprovar a perda de grãos.
- Manter ajustada a altura, a posição e a velocidade do molinete, de acordo com as

condições do produto e a velocidade da colhedora.

- Ajustar o fluxo e a quantidade de ar e/ou peneiras, sempre que houver perdas nessa área ou notar grãos sujos no tanque graneleiro.
- Não sobrecarregar a colhedora, operando-a com velocidade alta, já que isso aumenta, consideravelmente, as perdas.

## Referências

BRAGACHINI, M.; BONETTO, L. A. **Cosecha de trigo:** equipamiento, regulación y puestas a punto de la cosechadora - evaluación de pérdidas. Manfredi: INTA-EEA Manfredi, 1990. 60 p. (Cuaderno de actualización técnica, n. 6).

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Perdas na agropecuária brasileira:** relato preliminar da Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária. Brasília, DF, 1993. 1 v.

CARVALHO, N. M.; YANAI, K. Maturação de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Científica**, Jaboticabal, v. 4, n. 1, p. 33-38, 1976.

DELOUCHE, J. C. Seed maturation. In: INTERNATIONAL TRAINING COURSE ON SEED IMPROVEMENT OF LATIN AMERICA AND CARIBBEAN AREA, 1964, Campinas. **Proceedings...** 13 p.

EMBRAPA. **Perdas na colheita.** Brasília, DF, 1981. 4 p.

FERNANDES, F. M. **Levantamento de perdas na colheita de trigo na região da Grande Dourados em 1981.** Dourados: EMBRAPA-UEPAE Dourados, 1981. Trabalho apresentado na VIII Reunião da Comissão Norte Brasileira de Pesquisa de Trigo, Belo Horizonte, 1981.

GARCIA, A. M. **Cosechadoras de cereales:** cosecha de granos y semillas. Santiago: FAO, 1989. 31 p.

MANUAL de operação: **SLC 6200.** Horizontina: SLC, 1984. 188 p. CQ-MDO-621.

MESQUITA, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982. 8 p. (EMBRAPA-CNPSo. Comunicado técnico, 15).

NETTO, A. G. **Redução de produtividade e perdas de produto colhido.** Brasília, DF: EMBRAPA, 1980. 15 p.

PERDAS na colheita: a evolução está em suas mãos. Horizontina: SLC, 1988. 13 p.

PORTELLA, J. A. **Avaliação de perdas na colheita de trigo.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1981. 6 p.

PORTELLA, J. A. Perdas de trigo, de soja e de milho x umidade de grão durante a colheita mecanizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Resumos...** Campina Grande: SBEA: UFPB, 1997.

REED, W.; ZOERB, G.; BIGSBY, R. A laboratory study of grain-straw separation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 3, p. 452-460, 1974.

VAS, F.; HARRISON, H. The effect of selected threshing parameters on kernel damage and threshability of wheat. **Canadian Agricultural Engineering**, Ottawa, v. 11, n. 2, p. 83-87, 91, 1969.