

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA RURAL



MÁQUINAS AGRÍCOLAS AUTOMOTRIZES

Ceifeira debulhadora
e
Colhedor de forragem automotriz

(Apontamentos para uso dos Alunos)

JOSÉ OLIVEIRA PEÇA

ÉVORA

2012

Índice

Resumo	3
1. Ceifeira debulhadora.....	4
1.1. Gamas	4
1.2. Esquema geral	4
1.3. Sistemas em detalhe	4
1.3.1. Sistema de corte	4
1.3.2. Sistema de alimentação	7
1.3.3. Sistema de debulha (<i>Threshing system</i>)	7
1.3.4. Sistema de separação do grão da palha (<i>Separation system</i>)	9
1.3.5. Sistema de limpeza (<i>Cleaning system</i>)	10
1.3.6. Sistema de retorno	11
1.3.7. Sistema de armazenamento	12
1.3.8. Sistema de acondicionamento da palha	12
1.3.9. Sistema de nivelamento da ceifeira em terreno acidentado.....	13
1.4. Frente de milho.....	13
2. Colhedor de forragens automotriz	16
2.1. Gamas	16
2.2. Esquema geral	16
2.3. Sistemas em detalhe	17
2.3.1. Tambores de alimentação e rolos de pré-compressão	17
2.3.2. Tambor de corte.....	18
2.3.3. Rolos esmagadores de grão.....	19
2.3.4. Impulsor.....	19
2.4. Tipos de frentes.....	20
2.4.1. Para recolher forragem encordoada (<i>Pick-up</i>).....	20
2.4.2. Cabeça de corte para cereal (<i>combine grain head</i>).....	21
2.4.3. Cabeça de corte para milho-forragem – <i>maize front</i>	22
3. Outras leituras.....	23
3.1. Ceifeira debulhadora	23
3.2. Colhedor de forragens automotriz.....	24

Resumo

Este trabalho reúne textos destinados a apoiar a aprendizagem de estudantes do ramo das ciências agrárias no que de relevante se refere a duas máquinas automotrizes de colheita.

A Ceifeira-debulhadora serve para a colheita de cereais e de óleo-proteaginosas. Esta máquina realiza automaticamente e simultaneamente o corte das inflorescências, a separação dos grãos e sua limpeza. O Colhedor de forragem serve para a colheita de forragem no campo a partir de uma cultura em pé ou a partir de um cordão previamente alinhado e promove o seu fraccionamento para a produção de silagem.

Este trabalho apresenta os componentes destas máquinas e as frentes específicas para cada cultura a que se destina.

As regulações e manutenções destes equipamentos transcendem o presente âmbito deste trabalho pelo que requerem uma leitura cuidada do MANUAL de OPERADOR do equipamento.

Os temas são apresentados numa perspectiva do utilizador e não do projectista ou do mecânico.

Este trabalho reúne textos de anteriores edições (*Cefeira debulhadora*, 2009 e *Colhedor de forragens automotriz*, 2011) publicados no contexto da disciplina - *Tractores e Equipamentos Automotrizes* – unidade curricular optativa da licenciatura em Agronomia.

1. Ceifeira debulhadora

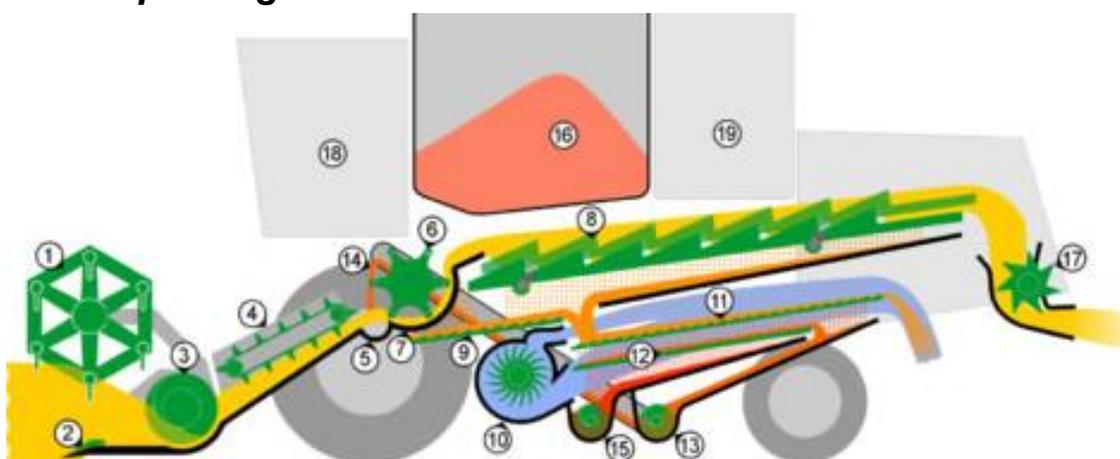
1.1. Gamas

A gama adequada para explorações agrícolas de média dimensão e destinada a ser adquirida pela própria empresa agrícola têm potências instaladas de $\approx 200hp$ e capacidades de tegão de ≈ 4000 a ≈ 6000 litros. A potência vai aumentando, bem como a capacidade do tegão, até às CD de maiores dimensões adequadas a prestadores de serviços ou grandes explorações agrícolas, com potências instaladas de $\approx 500hp$ e capacidades de tegão de ≈ 12000 litros.

Os motores utilizados são Diesel 4 tempos de 6 cilindros em linha ou 8 cilindros em V, sobrealimentados por turbo-compressor.

A transmissão para as rodas é hidrostática com regulação infinita de velocidade.

1.2. Esquema geral



A CD compreende:

- Sistema de corte (1) e (2);
- Sistema de alimentação (3) e (4);
- Sistema de debulha (5), (6) e (7);
- Sistema de separação do grão da palha (8);
- Sistema de limpeza (9), (10), (11) e (12);
- Sistema de retorno (13) e (14);
- Sistema de armazenamento, (15) e (16);
- Sistema de acondicionamento da palha (17)
- Posto de condução (18);
- Motor e transmissão (19).

1.3. Sistemas em detalhe

(neste ponto serão usadas a referências numéricas da figura anterior)

1.3.1. Sistema de corte

- (1) – Moinho (*reel*);
- (2) - barra de corte (*Cutterbar*).



<http://www.deutz-fahr.com/>

As plantas são dobradas pelo moinho contra a barra de corte. Realizado o corte as plantas são conduzidas pelo moinho para o sistema de alimentação.

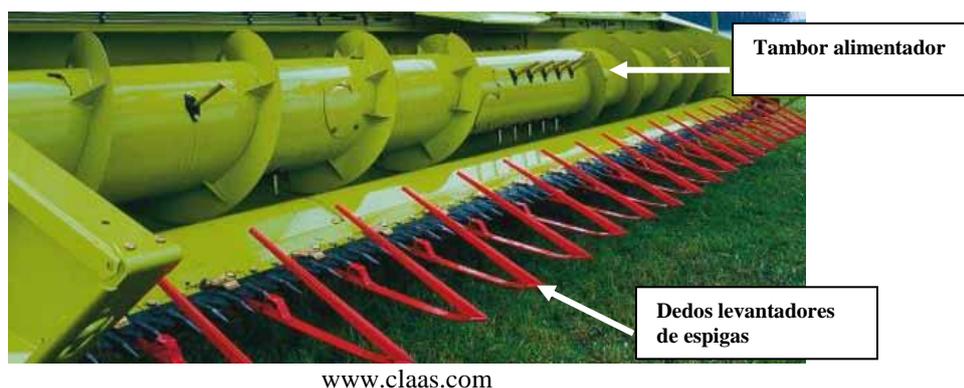
Nos extremos da barra de corte encontram-se os divisores (*dividers*) que permitem uma clara referência para o operador da faixa que está a ser cortada e a que fica por cortar.

A figura seguinte mostra o conjunto de componentes que constituem a barra de corte: facas (*knives*) e os dedos (*fingers*):



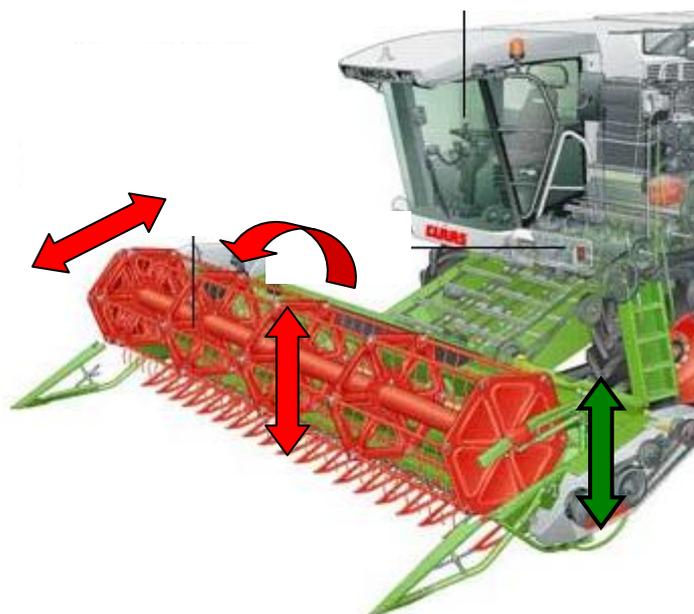
www.geringhoff.eu

Além dos dedos normais podem, em intervalos regulares, serem montados dedos levantadores de espigas (*crop lifters*), os quais são úteis quando as colheitas estão acamadas.



A largura da barra de corte é a largura de trabalho da CD. Faz-se notar que para um determinado modelo de CD pode ser especificado várias larguras de trabalho (dado constante nas especificações técnicas). Desta forma os construtores adaptam-se melhor às exigências do mercado.

O sistema de corte possui ajustamentos com actuação electro-hidráulica, directamente da cabine, permitindo: levantar ou baixar todo o sistema de corte; baixar ou levantar individualmente o moínho; avançar ou recuar o moínho; variar a velocidade de rotação do moínho.



As CD possuem sistemas automáticos de regulação da altura do sistema de corte (*automatic adjustment of table height*), em que “apalpadores” situados debaixo da barra de corte actuam as electroválvulas que promovem o levantamento e abaixamento da barra de corte.

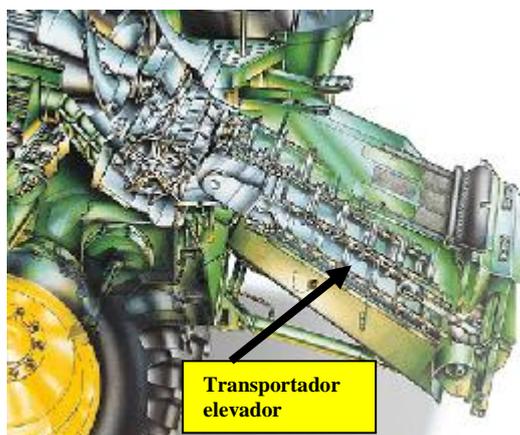
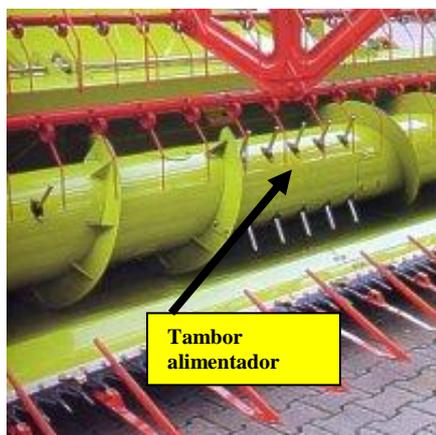


Apalpadores na parte inferior da mesa de corte

Em situações pontuais o sistema automático pode ser cancelado e a actuação passar a ser manual; por exemplo para passar em locais com grande concentração de infestantes.

1.3.2. Sistema de alimentação

- (3) - Tambor alimentador (*intake auger*);
- (4) – Transportador elevador (*crop elevator*).



O tambor alimentador compreende uma parte central cilíndrica e com dedos articulados (*auger feed tines*) para conduzir o material cortado para o transportador elevador e lateralmente, de um lado e do outro, transportadores sem-fim que se destinam a conduzir o material cortado para o centro.

O transportador elevador conduz o material cortado para o sistema de debulha. É normalmente do tipo corrente e travessas (*slat-and-chain elevator*).

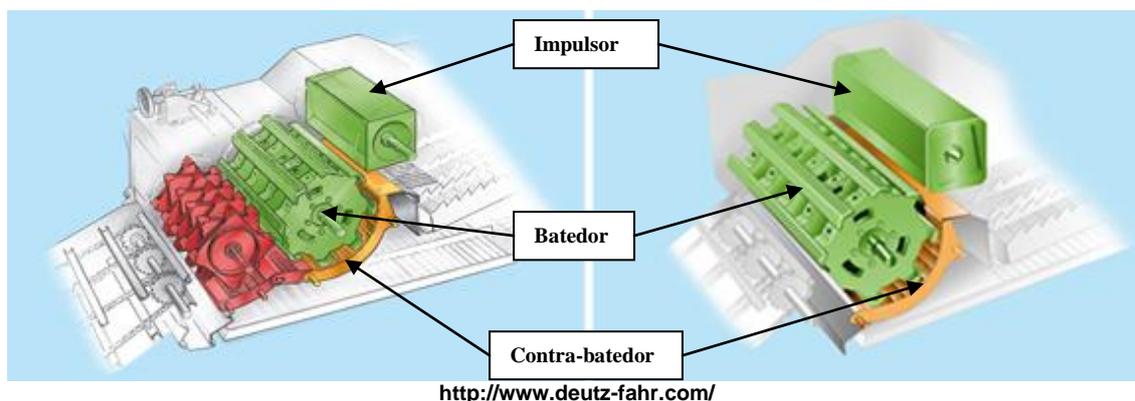
Como sistema de segurança, as CD permitem parar muito rapidamente a barra de corte; moíno; tambor alimentador e transportador elevador.

1.3.3. Sistema de debulha (*Threshing system*)

- (5) – Caixa das pedras (*stone trap*);
- (6) – Batedor (*Threshing drum*);
- (7) – Contra-batedor (*concave*).

O batedor é um tambor que gira a elevada velocidade e que está envolvido inferiormente pelo contra-batedor. Os batedores de réguas (*threshing drum with rasp bars*) são mais comuns. O diâmetro, largura do batedor, bem como o ângulo ao longo

do qual o contra-batedor envolve o batedor (*angle of wrap*), são dados da ficha técnica das CD.



À saída dos órgãos de debulha encontra-se o tambor impulsor (*impeller / beater*) que acelera a transferência do material para o sistema de separação.

A velocidade de rotação do batedor é regulável (a partir da cabine e em movimento) entre limites de $\approx 400rpm$ a $\approx 1600rpm$, para se adaptar ao tipo de colheita e grau de humidade. Uma transmissão por correia com variador de velocidade (*variator*) com actuação electro-hidráulica é o mecanismo mais comum para variar a velocidade.

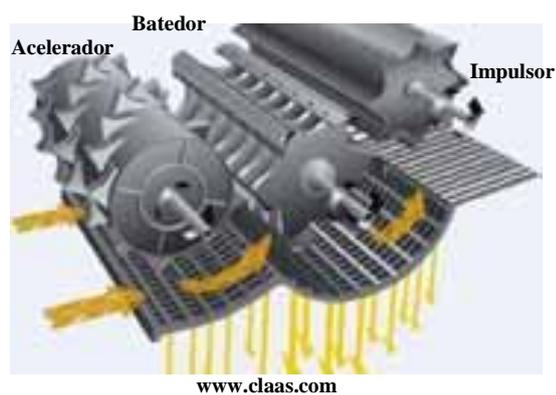
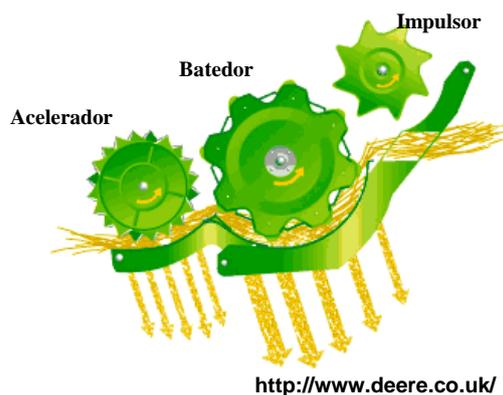
O afastamento entre o batedor e o contra-batedor é maior à frente do que atrás e é regulável (a partir da cabine e em movimento), através de comandos electro-hidráulicos, para se adaptar ao tipo de colheita e grau de humidade. Sendo o contra-batedor uma grelha, os grãos, moínha e pequenas palhas, provenientes desta acção mecânica, atravessam o contra-batedor, dirigindo-se para o sistema de limpeza. No sistema de debulha deverão separar-se 80 a 90% dos grãos debulhados.

Precedendo os órgãos de debulha encontra-se a caixa de pedras cuja função é recolher qualquer corpo duro que causaria danos no sistema de debulha.

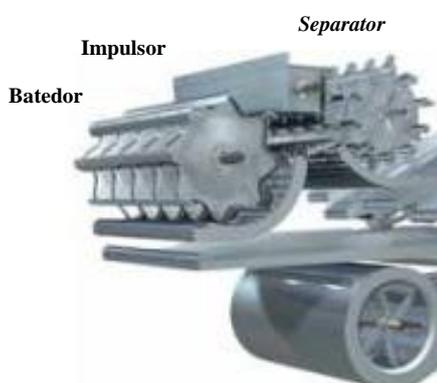


Os vários fabricantes de CD encontraram as suas próprias soluções para otimizar o sistema de debulha. Assim sendo, os órgãos anteriormente indicados podem ser completados com outros órgãos.

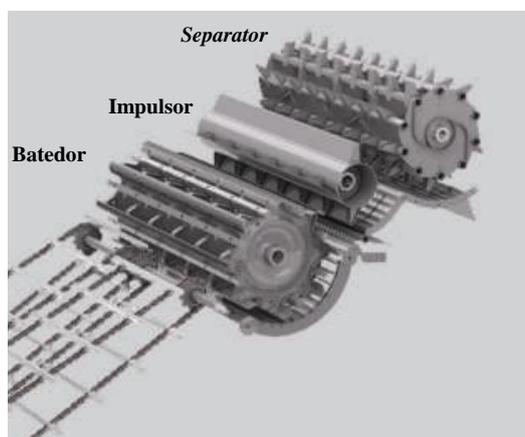
A figura seguinte mostra um exemplo em que o sistema de debulha inclui um tambor denominado *accelerator* envolvido inferiormente pelo *pre-cleaning concave*, por onde o material passa antes do órgão principal de debulha (batedor/contra-batedor):



As figuras seguintes mostram exemplos em que o sistema de debulha inclui, a jusante do conjunto batedor/impulsor, um tambor denominado *rotary separator* envolvido inferiormente pelo *rotary separator concave*.



<http://agriculture.newholland.com>



www.masseyferguson.com

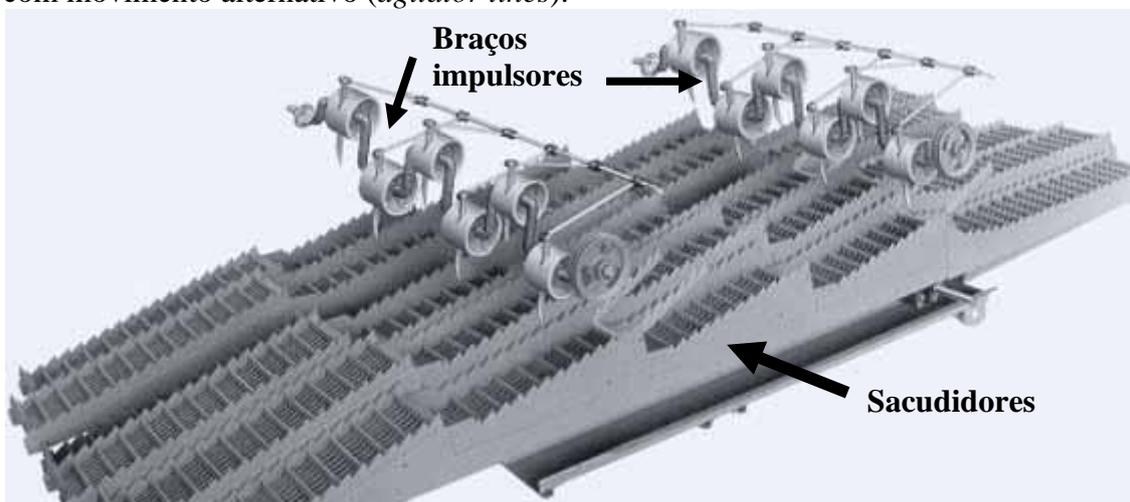
1.3.4. Sistema de separação do grão da palha (*Separation system*)

(8) – Sacudidores (*straw walkers*).

O tambor impulsor vai distribuir o material, sobretudo por palha, sobre os sacudidores, os quais tem a função de separar cerca de 10% a 20% do grão que não foi separado no sistema anterior.

Os sacudidores, também conhecidos por “cavalos”, são constituídos por vários elementos paralelos (4 a 6), formando uma grelha, apresentando degraus e animados de movimento oscilatório. Esta combinação promove o deslocamento da palha de frente para trás e a separação de grãos que se juntam aos que caem do sistema de debulha (batedor/contra-batedor).

O fluxo da palha para a traseira da CD é ajudada pela acção de vários braços impulsores com movimento alternativo (*agitator tines*).



www.claas.com

A palha sai da máquina pela traseira da máquina.

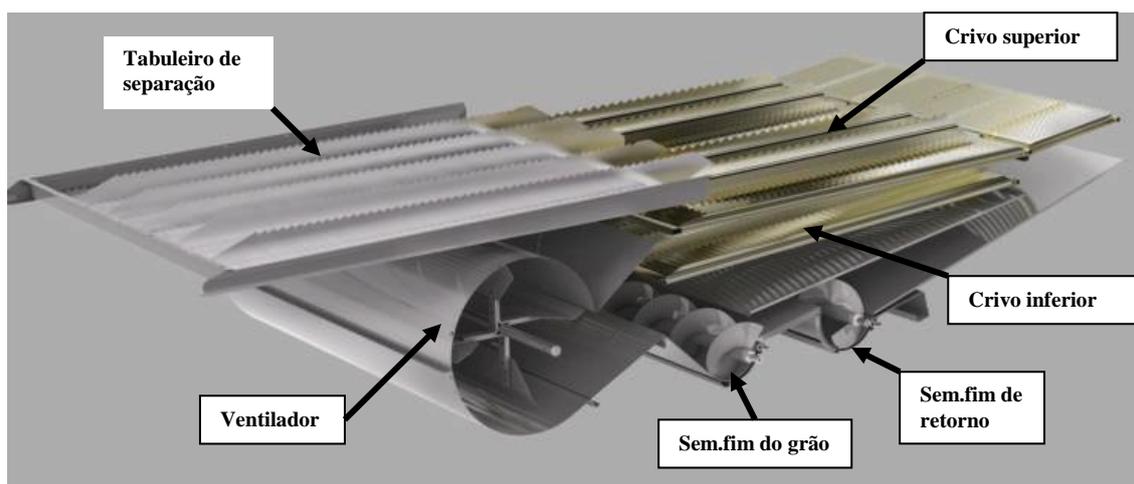
Pode-se utilizar um sistema secundário de separação: consiste num rotor a jusante dos “cavalos” que actua na palha antes de esta ser libertada, permitindo separar o grão que ainda tinha ficado retido na palha. O grão é conduzido por um sem-fim para o sistema de limpeza.

1.3.5. Sistema de limpeza (*Cleaning system*)

- (9) – tabuleiro de separação (*grain pan*);
- (10) – ventilador (*blower*);
- (11) – crivo superior (*upper sieve / chaffer*);
- (12) – crivo inferior (*lower sieve*).

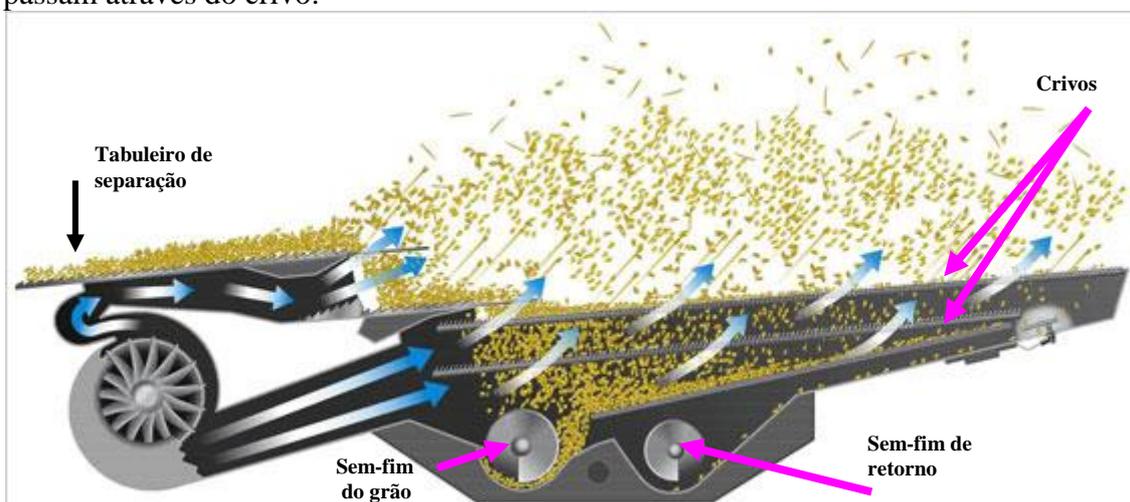
Os grãos, moínha e pequenas palhas que passaram através do contra-batedor, são misturados com os grãos (*grains*), espigas (*ears*) e outros pedaços de maiores dimensões que passaram através dos impulsores. Este material vai cair sobre o tabuleiro de separação.

O tabuleiro de separação provido de movimento oscilatório separa os diferentes componentes em função das suas densidades (material mais leve em cima). O material ao ser conduzido para a parte posterior do tabuleiro de separação, vai encontrar uma corrente de ar que sopra os elementos mais leves. O restante material é conduzido para um conjunto de crivos sobrepostos. Um ventilador produz uma corrente de ar que sopra através dos crivos no sentido de frente para trás e de baixo para cima.



www.masseyferguson.com

O crivo superior, tem a finalidade de separar do grão a moínha (*chaff*) e pequenos segmentos de palha que são soprados pela corrente de ar e assim removidos. Os grãos passam através do crivo:



www.claas.com

Porém, outros elementos retidos no crivo superior, como espigas inteiras (*ears*) não desgranadas, partes de espigas, etc, pelo facto de serem mais pesados, não são arrastados pela corrente de ar, mas são deslocados para a parte posterior do crivo, caindo por uma conduta para o sem-fim de retorno (*return auger*). O grão que passou através dos crivos é recolhido na base, onde se encontra o sem-fim transportador de grão (*clean-grain auger*).

1.3.6. Sistema de retorno

(13) - Sem-fim de retorno (*return auger*);

(14) – Elevador de retorno (*tailings or gleaning elevator*);

O sem-fim de retorno que continua pelo elevador de retorno, transporta espigas inteiras não desgranadas, partes de espigas, etc de volta para o batedor. Em alguns sistemas o material é conduzido para um sistema de debulha específico, como o tambor denominado *rotary separator* envolvido inferiormente pelo *rotary separator concave*, acima apresentado.

1.3.7. Sistema de armazenamento

- (15) - Sem-fim de grão (*clean-grain auger*);
 - elevador de grão (*grain elevator*)
- (16) - tegão (*grain tank*).
 - Tubo de descarga (*discharge auger*)

O sem-fim de grão que recebe o grão já limpo, continua pelo elevador de grão (*grain elevator*) o qual transporta o grão para o tegão (*grain tank*).

Através de um tubo de descarga, rebatível, o grão é transferido para o veículo de transporte.



As CD dispõem de sistemas de aviso para o condutor e sinais luminosos para a equipa exterior que efectua o transporte de grão (semi-reboques), indicando quando o tegão se encontra cheio.

1.3.8. Sistema de acondicionamento da palha

Podem ser instalados dispositivos mecânicos na traseira da ceifeira – debulhadora para permitir que a palha fique encordoada (para ser posteriormente enfardada) ou espalhada e/ou triturada (para ser enterrada).



Pormenor de um espalhador de palha

1.3.9. Sistema de nivelamento da ceifeira em terreno acidentado



<http://www.agco.corp>

Para que todo sistema de debulha, de separação do grão da palha e de limpeza trabalhem na posição horizontal, as CD dispõem de nivelamento hidráulico permitindo, até certo valor, trabalhar em terreno acidentado. Podem inclinar-se transversalmente (figura) e longitudinalmente (para trabalhar a subir ou a descer). Os valores máximos de ângulos de inclinação vêm indicados nas características técnicas da CD.

1.4. Frente de milho



Curso de Operadores de Máquinas Agrícolas - AgroGlobal – Setembro 2012

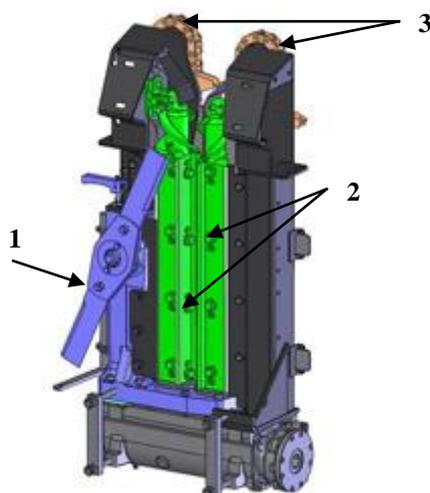
A frente de milho é constituída por bicos colhedores, entre os quais vão passar as linhas de milho.



Tractores e Equipamentos Automotrizes (2011/12) – Herdade das Lages Grandes – S. M. Machede

A frente de milho funciona do seguinte modo:

- Um rotor de facas, situado na parte inferior, ceifa o caule da planta pela base;
- O caule ceifado fica entalado entre dois rolos, que o puxam para baixo (para o solo). Os rolos estão igualmente na parte inferior;
- No movimento do caule (puxado pelos rolos), as espigas, por serem mais largas são separadas do caule entre duas chapas cujo afastamento permite passar o caule mas não a espiga.
- Duas correntes transportadoras, a trabalhar em paralelo conduzem as espigas para o tambor alimentador.



Vista inferior do mecanismo de colheita de uma linha de milho: 1 – rotor de facas para ceifar os caules; 2- rolos para entalar e puxar os caules na direcção do solo; 3 – Correntes transportadoras.



Vista superior do mecanismo de colheita de uma linha de milho: 1 – Correntes transportadoras; 2 – Folga entre chapas que deixa passar os caules mas não as espigas (arrancando-as).

Desta forma só as espigas passam para o sistema de debulha, sendo que a maior parte da biomassa (caules e folhas) fica no solo sem entrar na CD.



Tractores e Equipamentos Automotrizes (2011/12) – Herdade das Lages Grandes – S. M. Machede

Na traseira da máquina saiem os carolos e as camisas:



Tractores e Equipamentos Automotrizes (2011/12) – Herdade das Lages Grandes – S. M. Machede

2. Colhedor de forragens automotriz

2.1. Gamas

O quadro seguinte apresenta um extrato da oferta deste equipamento. Em Portugal são sobretudo os prestadores de serviços a possuírem estes equipamentos, pelo que será possível encontrar Colhedores de Forragens (CF) de todas as classes de potência.

Marca	Modelo	Potência* kW (hp)	Nº de linhas**
Claas	980	610 (830)	12; 10; 8
Claas	970	537 (730)	12; 10; 8
Claas	960	458 (623)	12; 10; 8
Claas	950	372 (507)	10; 8
Claas	940	333 (453)	10; 8
Claas	930	303 (412)	10; 8
Claas	900	458 (623)	10; 8; 6
Claas	890	372 (507)	10; 8; 6
Claas	870	333 (453)	10; 8; 6
Claas	850	303 (412)	8; 6
Claas	830	254 (345)	8; 6

* segundo a norma ECE R 24

** milho-forragem

2.2. Esquema geral





www.claas.com

O CF compreende:

Tambores de alimentação (*Intake roller*);

Tambor de corte (*Chopping assembly*);

Rolos de esmagamento de grão (*Corn Craker/corn conditioner*);

Impulsor (*Accelerator*);

Tubo de descarga (*Discharge spout*);

Posto de condução (*Cab*);

Motor e transmissão (*Engine and transmission*).

2.3. Sistemas em detalhe

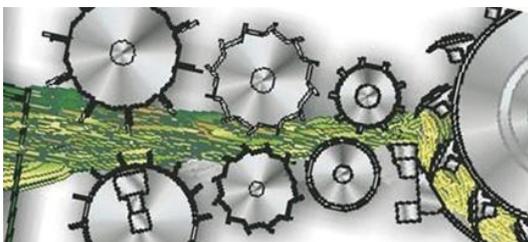
2.3.1. Tambores de alimentação e rolos de pré-compressão

Os tambores de alimentação (*Intake roller*) e os rolos de pré-compressão (*Pre-compression rollers*) são accionados por uma transmissão hidrostática permitindo efectuar uma regulação muito sensível da sua velocidade de rotação e, consequentemente, um ajustamento da velocidade de alimentação da forragem para o tambor de corte. Desta forma o comprimento das fracções de forragem pode ser ajustado com o intuito de satisfazer a qualidade da silagem.



www.claas.com

O número de rolos de pré-compressão pode variar conforme o construtor:



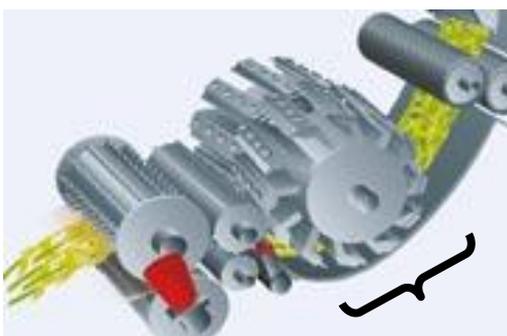
<http://landmaschinen.krone.de/english/>

Na alimentação, os CF têm um sistema que permite a detecção de pedras e metais, imobilizando todo o sistema de alimentação numa fracção de segundos após a detecção.



<http://landmaschinen.krone.de/english/>

2.3.2. Tambor de corte



O tambor de corte (*Chopping assembly*) dispõe de facas em número varável o que permite fraccionar a biomassa que lhe é apresentada. Como se pode ver na tabela seguinte, quanto maior o número de facas menor o comprimento das fracções:

Número de facas	Comprimento de corte (mm)
2x6	8 - 44
2x8	6 - 33
2x12	4 - 22
2x16	3 - 16,5

A qualidade do corte só pode ser assegurada com facas bem afiadas, pelo que os CF têm um sistema incorporado para esse fim, o qual pode ser activado pelo operador directamente da cabine.

2.3.3. Rolos esmagadores de grão

A digestibilidade da silagem de milho é beneficiada com o esmagamento dos grãos, o que se consegue fazendo passar a biomassa entre dois rolos esmagadores de grão (*Corn Craker/Corn conditioner*). Estes rolos são retirados da cadeia quando o CF é utilizado com outro tipo de forragens.



2.3.4. Impulsor

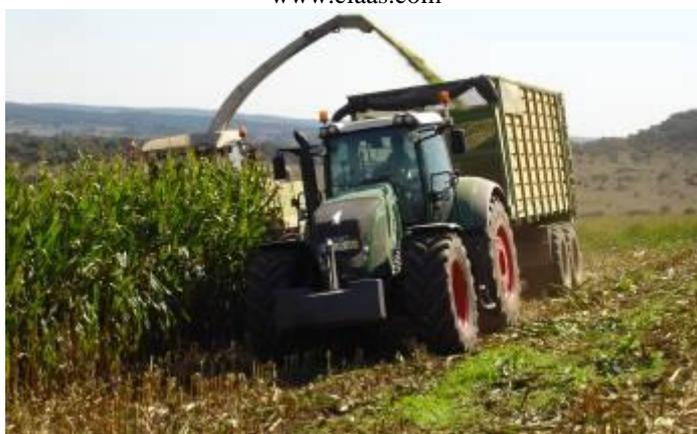


No final da cadeia encontra-se o tambor impulsor (*impeller / accelerator*) que acelera a transferência do material pelo tubo de descarga.

Através de um tubo de descarga, orientável, o material é transferido para o veículo de transporte.



www.claas.com



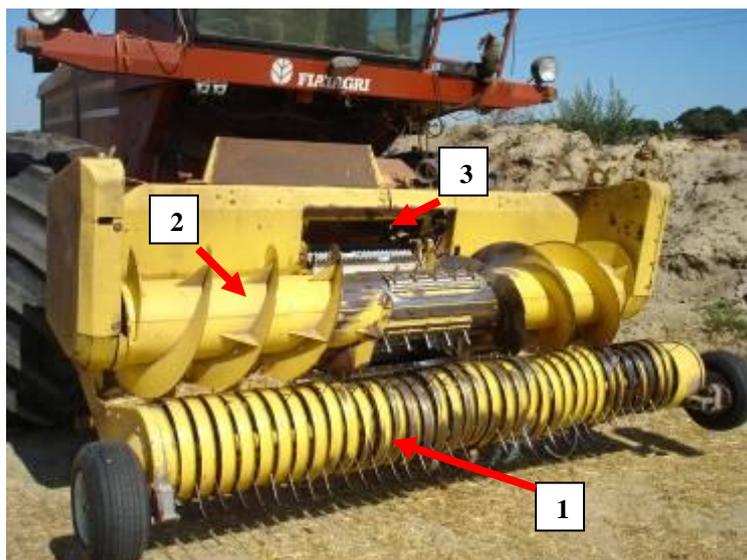
Tractores e Equipamentos Automotrizes 2011/2012 – Herdade dos Padres

2.4. Tipos de frentes

2.4.1. Para recolher forragem encordoada (*Pick-up*)



Tractores e Equipamentos Automotrizes 2011/2012 – Herdade dos Padres



Tractores e Equipamentos Automotrizes 2011/2012 – Herdade dos Padres

- (1) – *Pick-up*;
- (2) – Sem-fim de alimentação (*intake auger*);
- (3) – Tambores de alimentação (*Intake roller*).

O sem-fim de alimentação compreende uma parte central cilíndrica com dedos (*auger feed tines*) para conduzir a biomassa para os tambores de alimentação e, de cada lado, transportadores sem-fim que se destinam a conduzir o material cortado para o centro.

2.4.2. Cabeça de corte para cereal (*combine grain head*)



<http://agriculture.newholland.com/>



<http://landmaschinen.krone.de/english/>

2.4.3. Cabeça de corte para milho-forragem – *maize front*

EasyCollect



<http://landmaschinen.krone.de/english/>



<http://landmaschinen.krone.de/english/>



<http://landmaschinen.krone.de/english/>

Cabeça de corte Kemper



Tratores e Equipamentos Automotrizes 2011/2012 – Herdade dos Padres

3. Outras leituras

3.1. Ceifeira debulhadora

Sites

<http://www1.caseih.com/>

<http://www.claas.com/>

<http://agriculture.newholland.com/>

<http://www.masseyferguson.com/>

<http://www.deutz-fahr.com/germany/de-DE/mhdrescherde.html>

Animação

http://www.claas.co.uk/countries/generator/cl-pw/en/products/combindes/tucano/video_animation/ani_inside/start,lang=en_UK.html

CR9000

<http://www.youtube.com/watch?v=12mTnRmj0ZQ&feature=relmfu>

CX8000

http://www.youtube.com/watch?v=mZs8Fw_VODc

<http://www.youtube.com/watch?v=UQ4Jf3GXXeg&feature=relmfu>

<http://www.youtube.com/watch?v=kVZWMtNDbec&feature=relmfu>

Vários vídeos How it Works

<http://www.youtube.com/playlist?list=PL9D9566C75D9158AE>

3.2. Colhedor de forragens automotriz

Sites

<http://www.claas.com/>

<http://agriculture.newholland.com/>

<http://landmaschinen.krone.de/english/>

http://www.deere.com/wps/dcom/en_US/products/equipment/hay_and_forage_equipment/forage_harvesters/forage_harvesters.page?

Videos

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=Xos32HPDv44>

<http://www.youtube.com/watch?v=l3v0hQvAWmQ>

<http://www.youtube.com/watch?v=eiE2ayWXBH4&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=jGsiJx7gP-A&feature=relmfu>