

MÁQUINAS PARA PRODUÇÃO DE FENO E PRÉ-SECADO



SISTEMA FAEP



SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini
Nelson Costa
Darci Piana
Alexandre Leal dos Santos

Membros Suplentes

Livaldo Gemin
Robson Mafioletti
Ari Faria Bittencourt
Ivone Francisca de Souza

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santarozza
Paulo José Buso Júnior
Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro
Aristeu Sakamoto
Aparecido Callegari

Superintendente

Pedro Carlos Carmona Gallego

**CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
CRISTIANO ZERBATO**

MÁQUINAS PARA PRODUÇÃO DE FENO E PRÉ-SECADO

**CURITIBA
SENAR-AR/PR
2023**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.º 164, datada de 22 de julho de 1994, junto à Biblioteca Nacional e ao SENAR-AR/PR.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do editor.

Autores: Carlos Eduardo Angeli Furlani e Cristiano Zerbato

Revisão técnica: Ricardo Dambrós e Heli Heros Teodoro de Assunção

Coordenação metodológica: Tatiana de Albuquerque Montefusco

Normalização e revisão final: CEDITEC – SENAR-AR/PR

Fotografia: Carlos Eduardo Angeli Furlani e JF Máquinas

Diagramação: Sincronia Design

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação e
Informação Técnica do SENAR-AR/PR.

| |
|--|
| <p>Furlani, Carlos Eduardo Angeli</p> <p>F985</p> <p>Máquinas para produção de feno e pré-secado / Carlos Eduardo Angeli Furlani e Cristiano Zerbato. — Curitiba : SENAR-AR/PR, 2023. 82 p. : il.</p> <p>ISBN 978-65-88733-72-1</p> <p>1. Máquinas agrícolas. 2. Máquinas para pecuária. 3. Alimentação animal. 4. Forragicultura. 5. Feno. I. Zerbato, Cristiano. II. Título.</p> <p>CDD: 631.3</p> |
|--|

Bibliotecária responsável: Luzia G. Kintopp - CRB/9 - 1535

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O Sistema FAEP é composto pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (SENAR-PR) e os sindicatos rurais.

O campo de atuação da FAEP é na defesa e representação dos milhares de produtores rurais do Paraná. A entidade busca soluções para as questões relacionadas aos interesses econômicos, sociais e ambientais dos agricultores e pecuaristas paranaenses. Além disso, a FAEP é responsável pela orientação dos sindicatos rurais e representação do setor no âmbito estadual.

O SENAR-PR promove a oferta contínua da qualificação dos produtores rurais nas mais diversas atividades ligadas ao setor rural. Todos os treinamentos de Formação Profissional Rural (FSR) e Promoção Social (PS), nas modalidades presencial e *online*, são gratuitos e com certificado.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO | 7 |
| 1. MÁQUINAS PARA CORTE DE FORRAGEM | 9 |
| 1.1 CEIFADORAS/SEGADORAS | 9 |
| 1.1.1 Ceifadoras de barra | 9 |
| 1.1.2 Ceifadoras/Segadoras de discos | 15 |
| 1.1.3 Ceifadoras/Segadoras de tambores | 32 |
| 2. MÁQUINAS PARA ENLEIRAMENTO E REVOLVIMENTO | 37 |
| 2.1 ANCINHO DE DISCOS | 37 |
| 2.2 ANCINHO ROTATIVO | 38 |
| 3. ENFARDADORAS | 41 |
| 3.1 ENFARDADORAS DE FARDOS RETANGULARES | 41 |
| 3.1.1 Constituição | 42 |
| 3.1.2 Mecanismos de segurança | 60 |
| 3.1.3 Regulagens | 60 |
| 3.2 ENFARDADORA DE FARDOS CILÍNDRICOS | 66 |
| 3.2.1 Constituição | 67 |
| 3.2.2 Regulagens | 72 |
| 4. MANUTENÇÃO | 75 |
| REFERÊNCIAS..... | 78 |

INTRODUÇÃO

A alimentação animal é bastante complexa. Para que o produtor obtenha lucro, deve proceder de forma que o animal receba, diariamente, a quantidade e a qualidade adequada do alimento.

Na maioria das propriedades agrícolas, boa parte da alimentação animal é advinda da própria propriedade, ou seja, produzida no local. No entanto, apesar de nosso país ter grande dimensão territorial, ou seja, muita terra agricultável, em algumas épocas do ano (principalmente com inverno seco) não é possível produzir alimentos.

Períodos sem chuva dificultam o desenvolvimento das culturas, no entanto, os animais precisam receber alimentação sempre. Assim, é necessária a produção durante o período chuvoso e o armazenamento da produção para suprir a falta de alimentos no período seco.

Uma das formas de conservação da alimentação animal é por meio de fardos, ou seja, o enfardamento de determinado tipo de forragem. A técnica de enfardamento consiste no recolhimento da forragem e acondicionamento na forma de fardos, que podem ser prismáticos ou redondos. Pode-se chamar de fardos à forragem coletada, comprimida e amarrada.

Para o processo de enfardamento são necessárias algumas etapas prévias e também deve-se atentar para que a forragem esteja com menos de 20% de umidade.

A forragem deve ser cortada por máquinas específicas, como ceifadoras ou segadoras. Após a colheita, a umidade está alta e não é possível o enfardamento imediato. Torna-se então necessário diminuir a umidade da forragem, o que normalmente é realizado espalhando-a por toda a área utilizando ancinhos espalhadores. Pode-se utilizar, para acelerar o processo de secagem à campo, máquinas denominadas segadora-condicionadora, nas quais a forragem, após cortada, passa por rolos onde é realizado seu “amassamento”, facilitando a perda de água.

Com a forragem espalhada pela área, o sol e o vento se encarregam de sua secagem. No entanto, dependendo da quantidade de forragem torna-se necessário revolvê-la para a secagem uniforme.

Os ancinhos são utilizados novamente, sendo revolvida a forragem quantas vezes forem necessárias. Quando a forragem atinge umidade inferior a 20%, pode-se realizar o enfardamento.

Para um rendimento adequado do processo de enfardamento, as máquinas necessitam que a forragem seja enleirada, o que também pode ser feito por ancinhos.

Há ancinhos que espalham ou enleiram, dependendo de como estão regulados, ou seja, a mesma máquina pode espalhar ou enleirar de acordo com a necessidade.

Há outros equipamentos que são exclusivos, como o ancinho espalhador, que somente espalha, e o ancinho enleirador, que enleira o produto que está prestes a ser enfardado. Além deles, no processo de enfardamento é utilizada uma máquina denominada enfardadora.

O armazenamento em forma de fardos apresenta vantagens, tais como:

- considerável diminuição de mão de obra em relação ao trabalho com o feno solto;
- sensível diminuição de perdas, principalmente de folhas, que acabam por ficar, na maioria, dentro dos fardos;
- menor exposição a agentes atmosféricos, tais como sol e chuva;
- melhor armazenamento, visto que o volume ocupado é bastante reduzido pela compressão em relação ao volume inicial.

1. MÁQUINAS PARA CORTE DE FORRAGEM

No processo de enfardamento é indispensável o corte da forragem. Para tal são utilizadas máquinas específicas, que normalmente efetuam o corte rente ao solo, sendo que a forragem fica na superfície do solo.

1.1 CEIFADORAS/SEGADORAS

As ceifadoras, nome mais comum, também podem ser chamadas de segadoras. Sua função é cortar a forragem e, em alguns casos, espalhá-la. Podem ser de barra, semelhante à da colhedora de cereais, ou rotativas (de disco ou de tambor).

1.1.1 Ceifadoras de barra

Eram utilizadas com mais frequência, e atualmente seu uso é limitado às antigas máquinas que ainda permanecem em funcionamento. São acopladas ao trator pelo sistema hidráulico de três pontos (SH3P), sendo seu acionamento pela tomada de potência do trator. O corte é efetuado por faca e contra faca.

Figura 1 – Ceifadora de barra acoplada ao SH3P e a TDP do trator.



Fonte – Furlani, 2018.

Esse tipo de máquina requer muitos cuidados, pois não apresenta proteção, conforme observado. Como é acionada pela TDP do trator, demanda pouca potência, consumindo pouco combustível por unidade de área.

Constituição

- a) **Chassi** – é a parte estrutural da máquina. Contém os pontos para acoplamento ao SH3P do trator e comporta o mecanismo de transmissão e a barra de corte.

Figura 2 – Chassi da ceifadora de barra.



Fonte – Furlani, 2018.

- b) **Barra de corte** – como o próprio nome diz, é composta por uma barra, na qual estão montadas as facas oscilatórias. A largura de trabalho varia de acordo com a largura da barra de corte, que geralmente é de 1,40 a 1,80 m.

Figura 3 – Barra de corte em posição de trabalho.



Fonte – Furlani, 2020.

O corte efetuado por essa máquina proporciona a rebrota da forragem, pois é efetuado com bastante precisão, o que não danifica a parte inferior da planta abaixo do corte.

b1) Patins

Na barra estão também os patins, que estão localizados nas duas extremidades da barra. Eles têm função de apoio, ou seja, deslizam sobre o terreno e determinam a altura de corte da barra.

Figura 4 – Patins da ceifadora.



Fonte – Furlani, 2020.

b2) Defletor

No patim externo existe um defletor que tem por função retirar a forragem cortada em sua largura. Nesse local ocorre a passagem do rodado do trator na passagem seguinte, além de proporcionar caminho livre para o patim interno, o que significa menor possibilidade de embuchamento.

Figura 5 – Defletor localizado no patim externo da barra de corte.

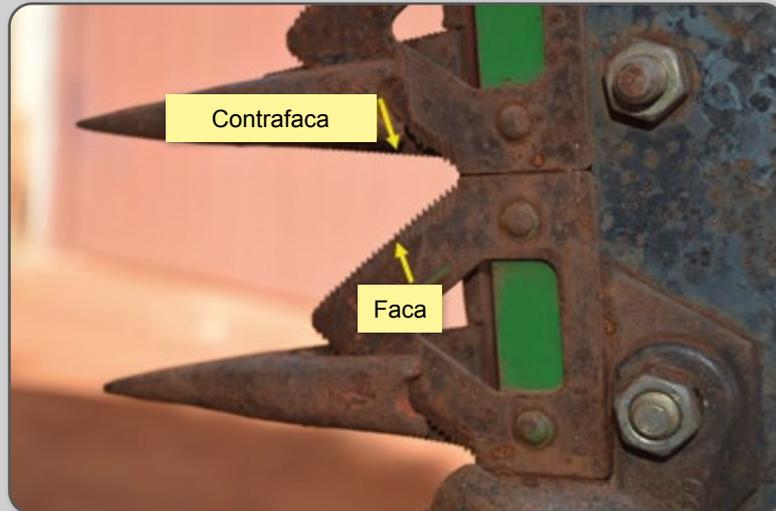


Fonte – Furlani, 2020.

b3) Facas

São constituídas por lâminas que apresentam formato triangular e têm movimento retilíneo alternado, ou seja, de vai e vem, em torno de 700 a 1000 cursos por minuto, com amplitude de movimento de três polegadas (7,6 cm).

Figura 6 – Faca oscilatória e contrafaca.



Fonte – Furlani, 2020.

b3) Dedos

Para auxiliar o corte das facas oscilatórias e servir de guia para a forragem, existem os dedos, que cujas pontas são estreitas. Em algumas máquinas, também pode existir nos dedos uma contrafaca fixa.

Figura 7 – Dedos.



Fonte – Furlani, 2018.

c) **Mecanismo de transmissão**

O movimento da TDP do trator é de rotação, e o das facas é retilíneo. Dessa forma, o mecanismo de transmissão deve executar essa mudança por meio de um sistema biela-manivela ou ainda por uma polia excêntrica.

Figura 8 – Mecanismo biela-manivela.



Fonte – Furlani, 2018.

d) **Mecanismos de segurança**

Como a barra de corte trabalha paralela à superfície do terreno, ela pode se deparar com um obstáculo. Para tanto, a barra tem um mecanismo de destravamento que é controlado por meio de uma mola. Quando esse mecanismo é acionado, é necessário rearmar a barra de corte, ou seja, parar o trator e interromper o movimento da TDP.

Figura 9 – Barra em posição de trabalho e barra desarmada.



Fonte – Furlani, 2020.

Regulagens

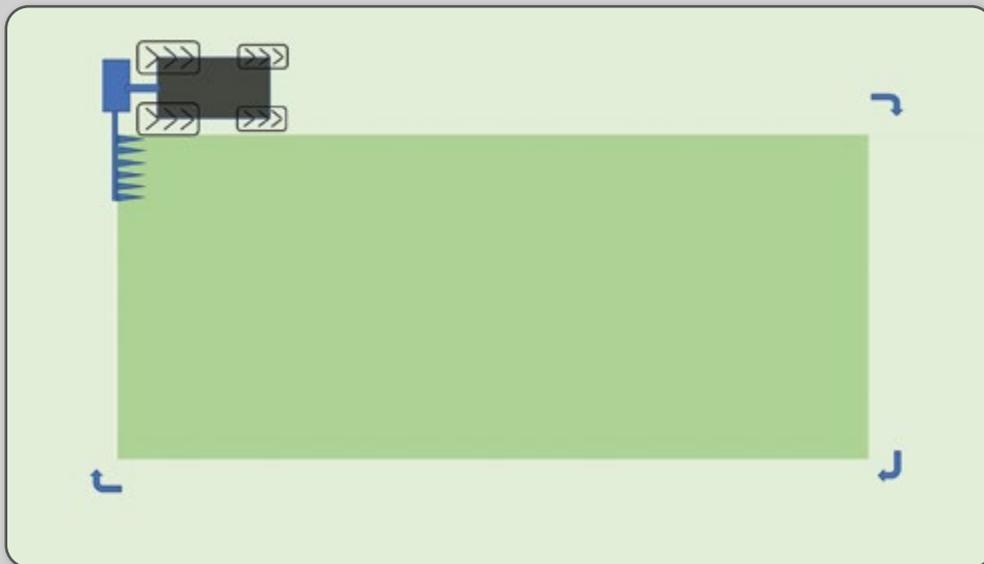
Para o correto funcionamento da ceifadora de barra é necessário que a barra de corte trabalhe paralelamente à superfície do terreno; dessa forma, a sistematização do terreno é fundamental.

Como a ceifadora de barra é acoplada ao sistema hidráulico de três pontos do trator, o nivelamento transversal (barras inferiores do SH3P) e longitudinal (terceiro ponto) facilitam o ajuste da barra paralela ao solo.

O acoplamento do eixo cardã deve seguir todas as orientações contidas no item 3, "Enfardadoras", e o trator deve trabalhar com velocidade reduzida. Cabe ressaltar a necessidade de verificar a faixa de velocidade de trabalho de cada máquina no manual de instruções.

O sentido de trabalho das ceifadoras de barra deve ser horário, pois a barra de corte está posicionada na lateral direita do trator. Dessa forma, evita-se que os rodados do trator passem por cima da forragem.

Figura 10 – Sentido horário de trabalho.



Fonte – Furlani, 2018.

A barra pode ser posicionada com a extremidade frontal dos dedos com leve inclinação para cima, o que diminui a possibilidade de acúmulo de material (vegetal ou terra) na frente da barra, com consequente aumento da altura de corte.

Figura 11 – Posição dos dedos com leve inclinação para cima.



Fonte – Furlani, 2020.

1.1.2 Ceifadoras/Segadoras de discos

As ceifadoras de discos, também conhecidas por segadoras de discos, fazem o corte da forragem rente ao solo. O corte é realizado por meio do impacto das facas localizadas na parte inferior da máquina. Esse tipo de corte, na teoria, é mais danoso às plantas do que a ceifadora de barra, no entanto na prática mostra pouca diferença.

Figura 12 – Ceifadora de discos com proteção.



Fonte – JF Máquinas, 2018.

Figura 13 – Ceifadora de discos.



Fonte – Furlani, 2018.

Nesse tipo de máquina é fundamental e normatizada a presença de proteção ao redor dos mecanismos de corte. Pode-se observar que a falta da proteção com certeza causará algum tipo de acidente.

Figura 14 – Ceifadora de discos com e sem proteção dos mecanismos de corte.



Fonte – Furlani, 2018.

Figura 15 – Ceifadora de discos com condicionadora.



Fonte – Furlani, 2018.

Esse tipo de máquina proporciona o corte de forragem mais acamada e emaranhada, diferentemente das ceifadoras de barra, que encontram bastante dificuldade nessa situação. A velocidade de trabalho nas ceifadoras de discos também pode ser maior do que nas ceifadoras de barras.

Essas máquinas são acopladas ao SH3P ou à barra de tração e acionadas pela TDP do trator e, da mesma forma que as ceifadoras de barra, também ficam posicionadas na lateral direita do trator. Assim, consideram-se os mesmos apontamentos realizados anteriormente.

As ceifadoras de discos são as mais utilizadas, pois são mais robustas em relação às de barra. Dessa forma, podem proporcionar corte de forragem em maior volume com maior velocidade de trabalho, o que aumenta a capacidade operacional do conjunto (maior ha/h).

Constituição

- a) **Chassi** – parte estrutural da máquina, que contém os pontos para acoplamento ao trator e suporta as demais partes da máquina.

Figura 16 – Chassi da ceifadora de discos.



Fonte – JF Máquinas.

- b) **Discos** – normalmente apresentam formas cilíndricas, ovaladas ou triangulares e giram em função da rotação da TDP. Trabalham em pares, sendo o giro do par em sentido inverso um do outro. Normalmente a largura de corte dessas máquinas varia de 0,5 a 2,0 m.

Figura 17 – Discos ovalados.



Fonte – Furlani, 2018.

Figura 18 – Discos triangulares.



Fonte – JF Máquinas, 2018.

- c) **Facas** – na parte inferior dos discos estão as facas. Elas são articuladas, ou seja, quando os discos atingem a rotação de trabalho, elas ficam posicionadas para fora deles, e quando atingem algum obstáculo, elas se retraem.

Figura 19 – Facas.



Fonte – Furlani, 2018.

Figura 20 – Facas.



Fonte – JF Máquinas, 2018.

d) Eixo cardã e correias

O acionamento das facas se faz por meio da tomada de potência (TDP) do trator. Para tal são necessários certos cuidados, apresentados na sequência.

Eixo cardã

Para transferir a rotação da TDP para a máquina é utilizado o eixo cardã. Quando se utilizam máquinas que demandam potência pela TDP do trator deve-se tomar uma série de cuidados, como proceder corretamente a montagem/utilização do eixo cardã.

Figura 21 – Partes do eixo cardã.



Fonte – Furlani, 2018.

Basicamente, o eixo cardã é composto de dois eixos de formato tubular: o primeiro, denominado primário, é acoplado à fonte de potência, no caso de tratores agrícolas acoplados à TDP; o outro, chamado de secundário, é acoplado à máquina agrícola. Como um é maior que o outro, a conexão entre ambos é realizada de forma bem simples, ou seja, um dentro do outro, com liberdade de movimento para as extremidades (aumento ou diminuição do comprimento).

Nas extremidades do eixo cardã existem articulações, as chamadas juntas móveis universais, nas quais se encontram as cruzetas, que possibilitam a transmissão da potência da TDP para a máquina em diferentes ângulos de trabalho do eixo.

Para a primeira utilização do eixo cardã é necessário ajustar seu comprimento. Para tal procedimento, deve-se seguir estes procedimentos:

- 1) Remover a capa protetora do cardã.
- 2) Com o trator desligado e a chave fora da ignição, acoplar a máquina ao trator.
- 3) Separar as partes do cardã.

Figura 22 – Partes do eixo cardã separadas.



Fonte – Furlani, 2018.

- 4) Engatar o terminal fêmea, que contém o tubo, na TDP do trator.
- 5) Engatar o terminal macho, que contém a barra, na máquina.
- 6) Colocar as partes do cardã lado a lado, deixando uma folga mínima de 3 cm em cada um dos lados. Caso a folga seja menor, marcar e cortar o tubo e a barra, deixando-os com as mesmas medidas. Retirar as rebarbas do corte com uma lima. Posteriormente, cortar a capa do cardã de acordo com ele.

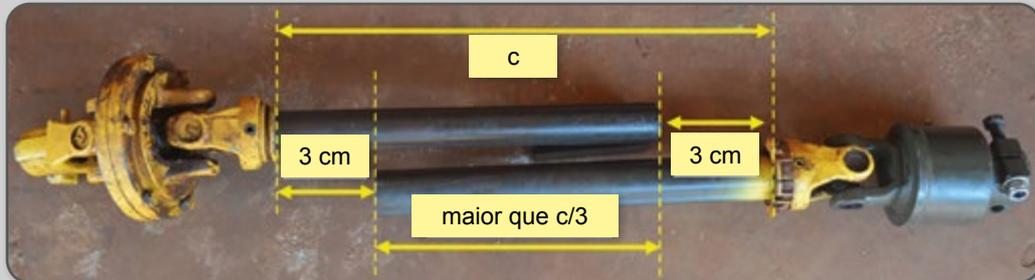
Figura 23 – Partes do eixo cardã com folga de 3 cm em ambos os lados.



Fonte – Furlani, 2018.

- 7) Por último, deve-se garantir que exista uma sobreposição da barra e do tubo maior que um terço do comprimento.

Figura 24 – Sobreposição das partes do eixo cardã.



Fonte – Furlani, 2018.

O cardã aciona uma polia na parte anterior da máquina, que por meio de correias aciona as facas de corte. As correias estão protegidas para evitar acidentes e acúmulo de material cortado.

Figura 25 – Proteção ao redor das correias.



Fonte – JF Máquinas, 2018.

A tensão das correias é fundamental para o trabalho eficiente da máquina. Quando ela está muito tensionada, pode sobrecarregar as polias e os componentes da transmissão, danificando-os.

No entanto, correias com folga excessiva deslizam sobre as polias, o que causa aquecimento excessivo e desgaste prematuro das correias.

As correias devem apresentar tensão apenas o suficiente para que não patinem. Na prática, pode-se verificar a tensão realizando um aperto com o dedo na correia,

entre as duas polias. A correia deve ceder até 1 cm; se esta medida for maior do que isso, é sinal de correia frouxa, e se não ceder, está muito apertada.

Figura 26 – Correia com tensão correta.



Fonte – Furlani, 2018.

d) Mecanismo de segurança

As máquinas de corte de forragens, por trabalharem paralelas ao solo, podem encontrar obstáculos, como pedras ou até mesmo solo desnivelado. Dessa forma, para que não ocorram danos aos mecanismos de corte e à própria máquina, esta deve ter pelo menos um mecanismo de segurança.

No caso da segadora de discos o sistema de segurança utiliza uma mola que fornece certa pressão à barra de corte. A partir do momento em que a resistência da mola é vencida pelo obstáculo, ocorre o desarme dela, protegendo a máquina.

Figura 27 – Mecanismo de segurança com mola.



Fonte – JF Máquinas, 2018.

No caso de desarme nesse tipo de máquina, basta o operador engrenar a marcha ré e movimentar o trator para trás, para que o dispositivo de segurança arme-se novamente.

Regulagens

a) Acoplamento

As máquinas montadas no sistema hidráulico do trator devem ser acopladas seguindo os mesmos procedimentos indicados para todos os equipamentos montados, ou seja, o operador do trator deve dar marcha ré no trator, procurando alinhar os braços inferiores do sistema hidráulico com os braços de acoplamento da máquina, e nesse caso alinhar também o eixo da TDP com o ponto de acoplamento correspondente na máquina.

A sequência correta de acoplamento é primeiro o braço inferior esquerdo, depois o terceiro ponto e posteriormente o braço inferior direito (alguns modelos já dispõem de regulagem de comprimento nos dois braços inferiores; neles é indiferente iniciar pelo esquerdo ou direito). A cada ponto acoplado deve-se colocar um pino e travar. Após essa etapa é necessário retirar o pé de apoio e levantar a máquina no sistema hidráulico. Dessa forma, é possível retirar o contrapino que trava o pé e colocá-lo em posição de descanso.

b) Alinhamento

É realizado de forma que os dois braços do sistema hidráulico do trator fiquem à mesma distância dos pneus correspondentes; para tal, é só realizar a medição com trena. Com as medidas iguais, deve-se ajustar os estabilizadores do trator, o que restringe o movimento lateral da máquina.

Figura 28 – Medidas iguais dos dois lados garantem o alinhamento.



Fonte – Furlani, 2018.

c) Nivelamento transversal

O nivelamento nada mais é do que manter os dois braços do sistema hidráulico do trator com a mesma altura. Para tal, basta medir a distância entre ambos.

Figura 29 – Medição para nivelamento transversal.



Fonte – Furlani, 2018.

d) Nivelamento longitudinal

É feito por meio do comprimento do terceiro ponto do sistema hidráulico do trator. Na prática, isso acontece observando-se a máquina pela lateral, que deve estar paralela ao solo.

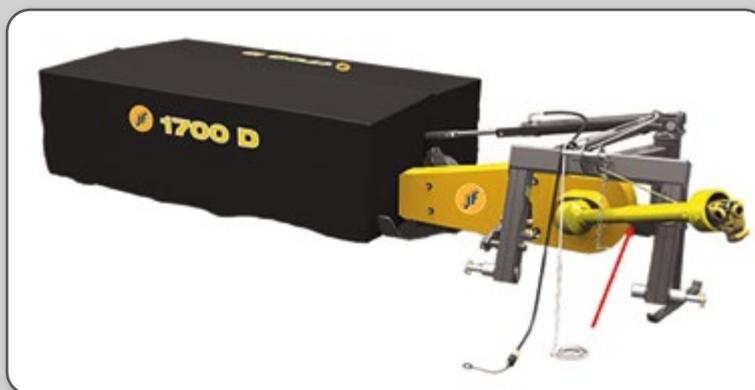
Figura 30 – Medição para nivelamento longitudinal.



Fonte – Furlani, 2018.

Após o acoplamento ao sistema hidráulico de três pontos, o alinhamento e os nivelamentos, a ceifadora deve ser acoplada à tomada de potência do trator (TDP). Esse acoplamento é realizado pelo eixo cardã, que transfere o movimento de rotação para as demais partes da máquina.

Figura 31 – Eixo cardã da ceifadora.

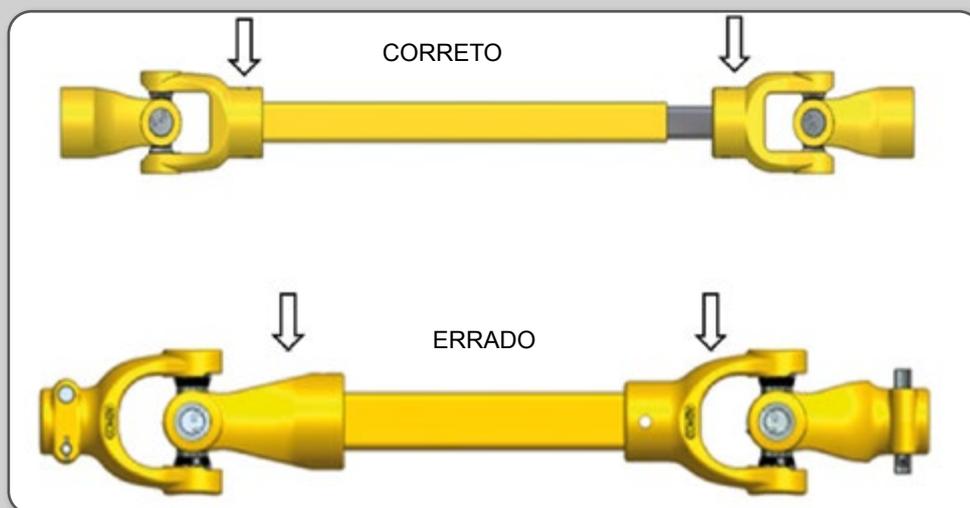


Fonte – JF Máquinas, 2020.

O eixo cardã é composto essencialmente por dois eixos de formato tubular. O primeiro é chamado de eixo primário e está conectado à fonte de potência, como nos tratores agrícolas, onde ele se acopla à TDP. O segundo é o eixo secundário, que se conecta à máquina agrícola. Uma característica notável é que o eixo secundário é mais longo que o eixo primário. A conexão entre eles é feita de maneira simples, com um eixo deslizando dentro do outro, permitindo o movimento nas extremidades para aumentar ou diminuir o comprimento. Nas extremidades desses eixos, encontram-se articulações conhecidas como juntas móveis universais, que contêm cruzetas que viabilizam a transmissão da potência da TDP para a máquina, permitindo variações nos ângulos de transmissão.

A primeira etapa para utilização do eixo cardã é sua montagem, que parece simples, porém deve ser cuidadosa. Os garfos deverão ficar na mesma posição nas duas extremidades; se forem montados invertidos podem ficar desbalanceados, o que aumenta a vibração do eixo todo, a medida de seu uso pode apresentar folgas nas juntas universais. A vibração também pode comprometer a TDP do trator e a caixa de transmissão da máquina que está sendo utilizada.

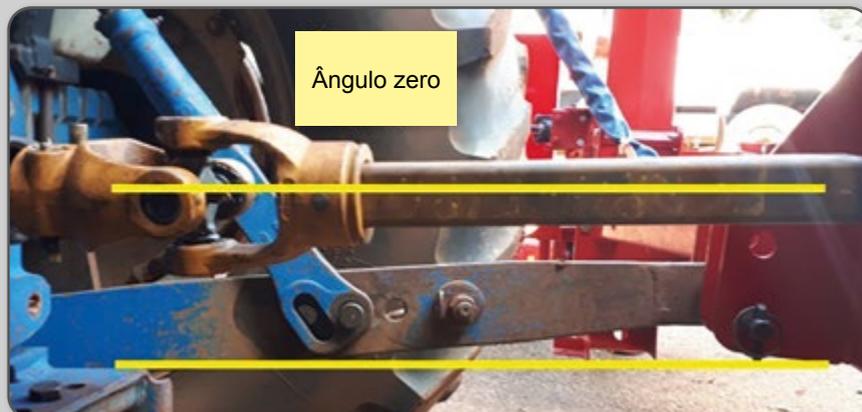
Figura 32 – Montagem correta do eixo cardã.



Fonte – Furlani, 2018.

Outro ponto obrigatório é o ângulo formado pelo eixo cardã no acoplamento entre a TDP do trator e a máquina, que fica limitado à recomendação do fabricante. Via de regra, o ideal é que o eixo cardã estivesse acoplado paralelo ao solo, ou seja, em ângulo zero. No entanto, nem sempre isso é possível, admitindo-se então ângulos de até 15° em trabalho e até 40° em transporte. A não observância desse ponto acarreta aumento da vibração no eixo e as mesmas considerações citadas anteriormente. Vale salientar que o aumento da vibração ocasiona perda de potência.

Figura 33 – Eixo cardã na posição ideal.



Fonte – Furlani, 2018.

Figura 34 – Eixo cardã na posição ideal em até 15°.



Fonte – Furlani, 2018.

Figura 35 – Eixo cardã na posição ideal em até 40° para transporte.



Fonte – Furlani, 2018.

**PRECAUÇÃO**

O eixo cardã, por ser um componente com movimento de rotação, sendo de no mínimo 540 rpm (maioria das operações), pode ocasionar acidentes. Dessa forma, não é recomendável se aproximar dele quando em movimento e sempre utilizar protetores de cardã.

Figura 36 – Eixo cardã com proteção.



Fonte – Furlani, 2018.

Deve-se salientar que a rotação de trabalho é padronizada, sendo a mais comum de 540 rpm, porém existem máquinas e tratores que permitem o uso em 1.000 rpm, sempre constantes. A definição de qual rotação utilizar deve considerar a máquina movida, e o não cumprimento desse item é a possível causa de quebras, menor vida útil do trator e da máquina acionada e de acidentes.

**ATENÇÃO**

Para garantir a rotação nominal e constante correta na TDP, os fabricantes de tratores colocam no painel de instrumentos uma marca, que pode ser um símbolo. Assim, é só acelerar o motor do trator até essa marca para atingir a rotação da TDP correta. Dependendo do modelo do trator também é possível utilizar a TDP econômica, para menor consumo de combustível.

Pode-se observar, em alguns modelos de tratores, o painel de instrumentos com três possibilidades de rotação da TDP: econômica, 540 e 1.000 rpm.

Figura 37 – Painel de instrumentos do trator com diferentes possibilidades de rotação da TDP.



Fonte – SENAR, 2017.

e) Acoplamento de mangueiras hidráulicas

Nas máquinas que utilizam cilindro hidráulico para recolhimento da barra de corte é necessário o acoplamento de mangueiras hidráulicas. Para esse acoplamento o trator deve ter controle remoto com válvulas e é necessário consultar o manual de operação do trator a ser utilizado.

A posição de transporte é necessária para a condução da máquina até a lavoura, pois normalmente os carregadores e as porteiras são mais estreitos que a máquina em posição de trabalho.

Figura 38 – Ceifadora na posição de trabalho (esquerda) e de transporte (direita).

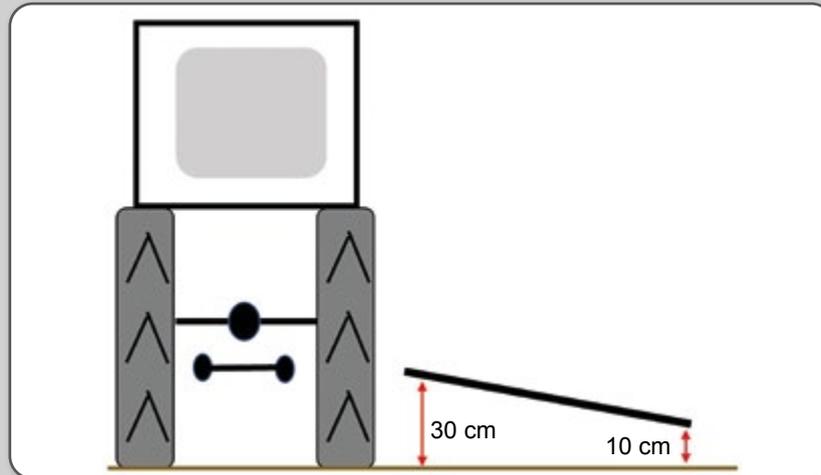


Fonte – JF Máquinas, 2018.

f) **Altura de corte**

Nessa regulagem é necessário que o trator e a ceifadora (acoplada) estejam em local plano. Deve-se então levantar a máquina pelo sistema hidráulico do trator até 30 cm acima do solo. Usando a válvula do controle remoto, deve-se abaixar a ponta da barra até próximo de 10 cm do solo.

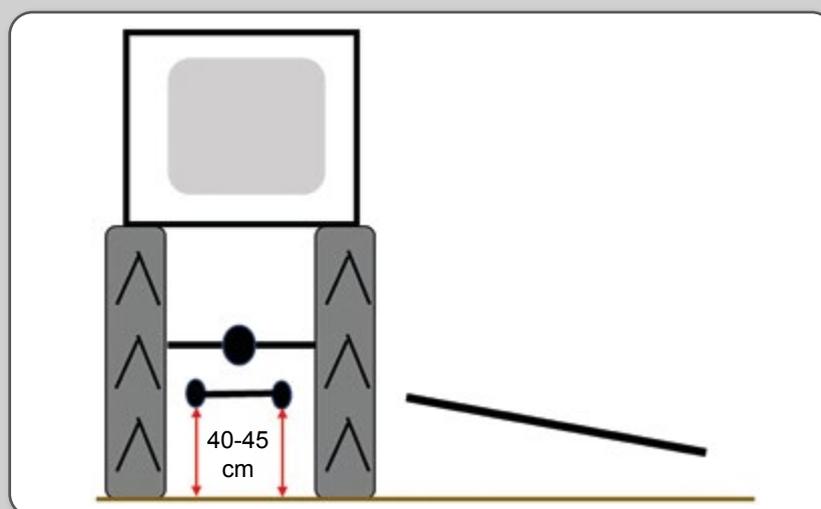
Figura 39 – Regulagem da altura de corte da ceifadora: barra de corte.



Fonte – Furlani, 2018.

Na sequência deve-se abaixar a ceifadora até que os pinos de engate dos braços inferiores do sistema hidráulico do trator estejam de 40 a 45 cm acima do solo.

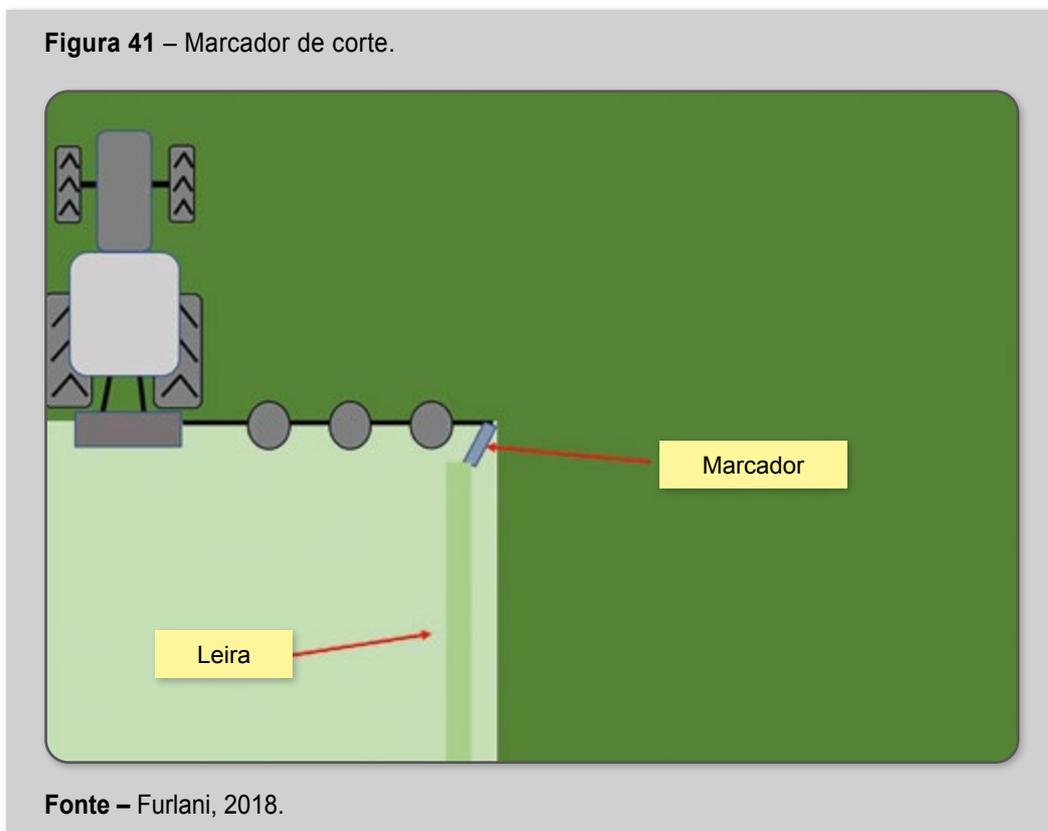
Figura 40 – Regulagem da altura de corte da ceifadora: braços inferiores do sistema hidráulico.



Fonte – Furlani, 2018.

g) Marcador de corte

Com o intuito de facilitar a visualização do operador do trator nas próximas passadas, na ceifadora existe um marcador na extremidade lateral da máquina que faz uma pequena leira da forragem cortada.



1.1.3 Ceifadoras/Segadoras de tambores

A ceifadora de tambor é uma máquina destinada ao corte da forragem muito semelhante à de discos, no entanto, contém tambores com patins e facas para efetuar o corte de plantas.

Constituição

- a) **Chassi** – parte estrutural da máquina que contém os pontos para acoplamento ao trator e suporta as demais partes da máquina.

Figura 42 – Chassi da ceifadora de tambor.



Fonte – JF Máquinas, 2018.

- b) **Tambores** – giram em função da rotação da TDP e trabalham em pares, sendo que o giro do par ocorre em sentido inverso um do outro e a forragem cortada sai entre os discos. Normalmente a largura de corte dessas máquinas é próxima a 1,6 m.

Figura 43 – Tambores.

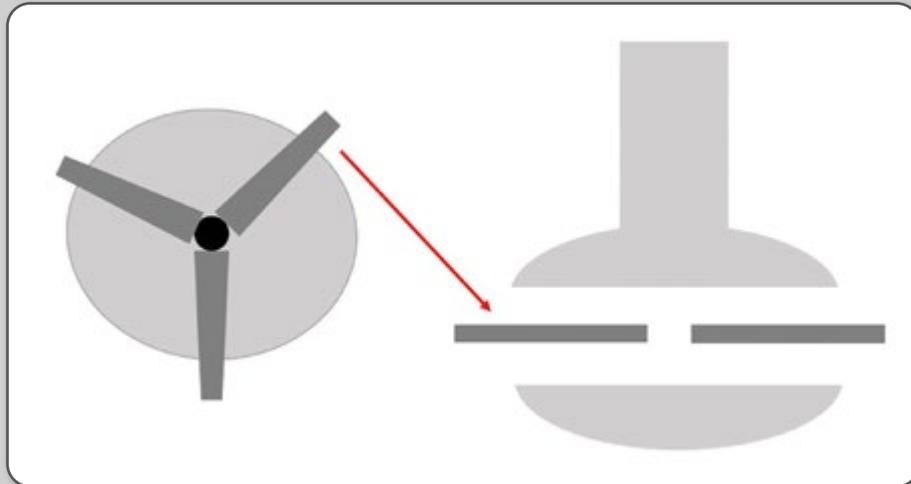


Fonte – JF Máquinas, 2018.

c) Facas

Na parte inferior dos tambores estão as facas, que se retraem quando encontram um obstáculo, preservando assim todo o sistema de corte.

Figura 44 – Facas.



Fonte – Furlani, 2018.

d) Eixo cardã e correias

O eixo cardã e as correias devem seguir os mesmos procedimentos indicados para a ceifadora de discos.

Figura 45 – Proteção ao redor das correias.



Fonte – JF Máquinas, 2018.

e) Mecanismo de segurança

O mecanismo de segurança da ceifadora de tambor é semelhante ao da de discos, ou seja, é realizado por meio de pressão de mola. Quando o mecanismo desarma, basta dar marcha ré para ele se rearmar.

Regulagens

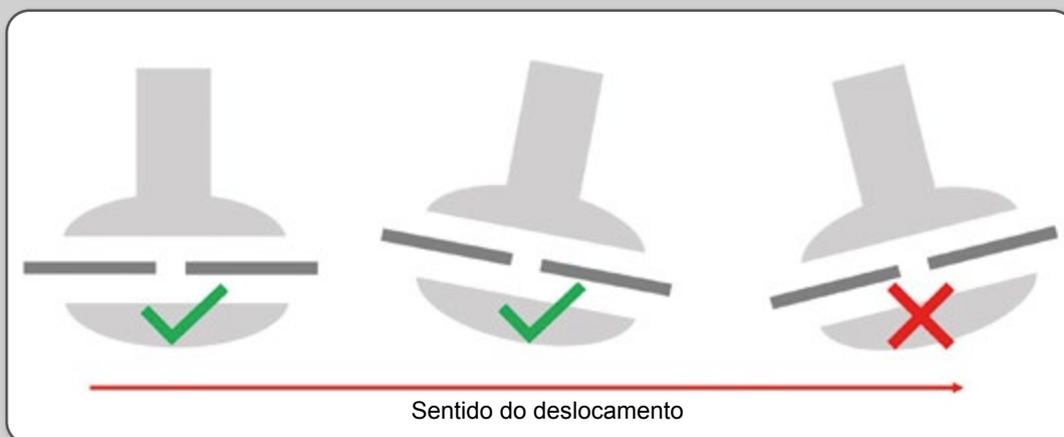
As regulagens referentes ao acoplamento, alinhamento e nivelamento transversal são as mesmas que as recomendadas para as ceifadoras de discos. No entanto, o nivelamento longitudinal pode trabalhar com a ceifadora na horizontal ou levemente inclinada para a frente.

Na sequência se faz o acoplamento à tomada de potência do trator (TDP), seguindo todos os procedimentos descritos para a ceifadora de discos.

a) Altura de corte

Nessa regulagem é necessário que o trator e a ceifadora (acoplada) estejam em local plano. Dessa forma, por meio do terceiro ponto do sistema hidráulico do trator, deve-se deixar a ceifadora com os patins paralelos ao solo ou levemente inclinados para frente. Não se deve inclinar a máquina para trás, pois ocorre a perda de forragem.

Figura 46 – Regulagem da altura de corte.



Fonte – Furlani, 2018.

b) Cuidados na operação de ceifadoras

A utilização de máquinas que são acionadas pela TDP do trator e, principalmente, daquelas que executam corte, deve seguir rigorosamente os cuidados descritos no manual de operação dessas máquinas. Existem diversos adesivos alertando para situações de risco.

Ao operar a máquina deve-se estar sempre atento a todas situações e agir sempre com bom senso, pois um momento de desatenção pode ocasionar um acidente grave. Nesse sentido, nunca se deve operar a máquina sob efeito de medicamentos ou bebidas alcoólicas.

Ao realizar qualquer procedimento de regulagem e/ou manutenção na máquina, esta deve estar desacoplada da TDP. O motor do trator também deve estar desligado, e a chave deve ser retirada da ignição.

Ao iniciar o deslocamento da máquina, o operador deve estar devidamente trajado e usar todos os equipamentos de segurança e, ainda no galpão, observar se não existe nela nenhum material estranho nem pessoas ou animais ao redor dela.

Na máquina existem mecanismos de segurança e proteção que devem estar sempre presentes e em funcionamento correto. Também para verificar se deve observar com bastante critério a área onde será realizado o serviço, se não apresenta algum perigo de acidente.

Além de tudo isso, é importante trabalhar em velocidades compatíveis com o conjunto trator/máquina e as condições do terreno. Deve-se evitar manobras bruscas, dessa forma, o trator deve estar em plenas condições de trabalho.

2. MÁQUINAS PARA ENLEIRAMENTO E REVOLVIMENTO

As ceifadoras realizam o corte das plantas forrageiras, no entanto, é necessário a secagem e posterior enleiramento para o processo de enfardamento. A forragem cortada perde umidade primeiro na parte que fica exposta ao sol, no entanto, a que está em contato com o solo permanece com teor de água elevado para a confecção de fardos.

Para acelerar a perda de água é necessário o revolvimento da forragem, o que facilita a perda de água e proporciona a uniformidade em termos de teor de água. Posteriormente faz-se então o enleiramento da forragem para o enfardamento.

As máquinas para enleiramento são denominadas de ancinhos e ser usadas para esparramar a forragem cortada. Os ancinhos mais comuns são os de discos e os rotativos.

2.1 ANCINHO DE DISCOS

Contêm um chassi tubular que permite variação da posição do equipamento. Dessa forma, é possível fazer o enleiramento ou esparramação da forragem. Normalmente esse ancinho tem um “J” que pode girar 180°, fazendo a operação inversa. Nos equipamentos de menor porte, eles são acoplados ao SH3P do trator, e nos maiores, acoplados à barra de tração. Os discos giram em função do deslocamento da máquina e pelo contato de dentes (posicionados na periferia dos discos).

Figura 47 – Ancinho de discos.



Fonte – Furlani, 2020.

Os discos apresentam, em média, diâmetro de 1,30 m, e a posição dos discos em relação ao solo pode variar de 30°, que é utilizado para esparramar a forragem para facilitar a secagem, a 45°, que serve para enleiramento.

2.2 ANCINHO ROTATIVO

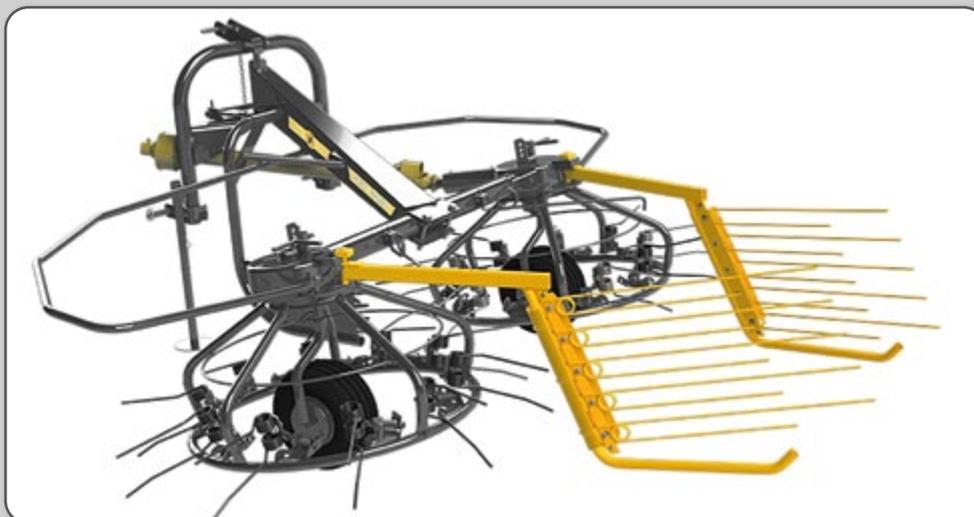
Pode ser dividido em dois grupos: o primeiro pode realizar apenas a movimentação da forragem, com vistas a facilitar a secagem dela; o segundo, além de promover o revolvimento, pode também realizar o enleiramento.

A escolha entre o ancinho que realiza apenas uma operação ou o que faz o enleiramento e espalhamento é uma tarefa difícil, porém, vai depender basicamente do produtor rural e do tamanho da propriedade, ou seja, o ancinho que realiza apenas uma operação é mais eficiente, sendo mais indicado a grandes propriedades, que necessitam velocidade na operação posterior, que é o enfardamento.

No entanto, os ancinhos que executam as duas operações podem trabalhar como “coringas”. Deve-se considerar que o custo de uma ou duas máquinas também muda. Uma indicação seria uso de ancinhos que executam apenas uma função para propriedades maiores e os de dupla função para propriedades menores.

O ancinho rotativo de dupla função apresenta um chassi, no qual estão presentes os pontos para acoplamento ao sistema hidráulico do trator e o(s) rotor(es). Quando o ancinho apresenta dois rotores, apenas um recebe o movimento da TDP do trator por meio do eixo cardã, e esse rotor então transmite a rotação para o segundo. As considerações sobre o eixo cardã seguem as mesmas já mencionadas anteriormente.

Figura 48 – Ancinho rotativo de dupla função: enleirador e espalhador.



Fonte – JF Máquinas, 2020.

Os ancinhos rotativos podem apresentar um ou dois pares de rotores, que têm braços articulados e apresentam, em suas extremidades, dentes com molas.

Figura 49 – Ancinho de dentes.



Fonte – Furlani, 2018.

O ancinho que tem apenas um rotor deve apresentar na lateral um defletor. Dessa forma, a forragem é “jogada” para o lado e se acumula no defletor, formando assim a leira.

Figura 50 – Ancinho de dentes com defletor.

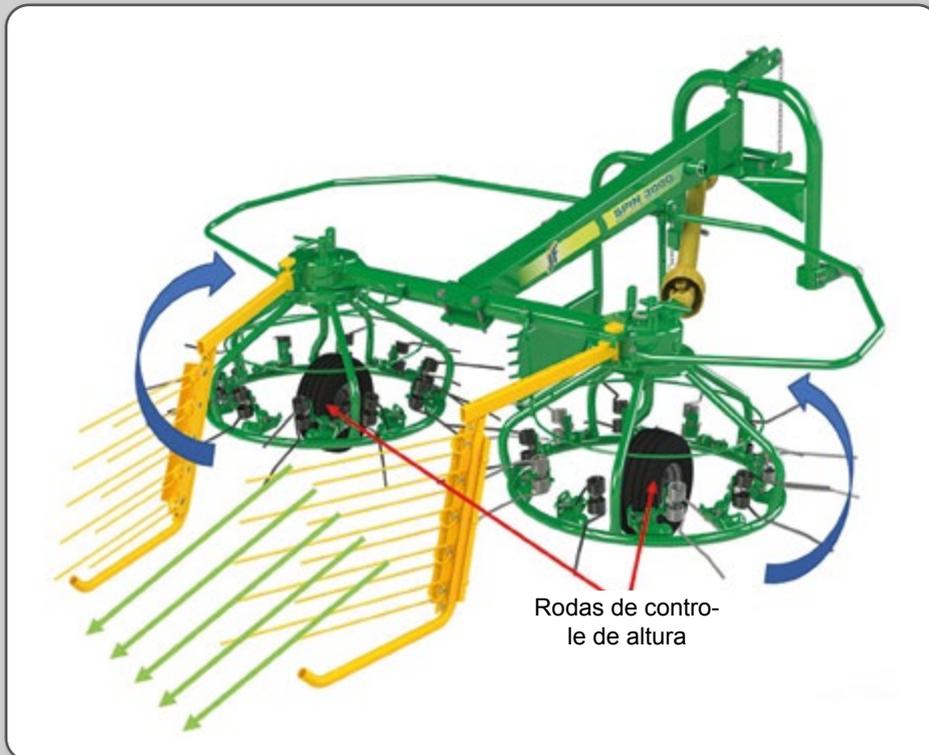


Fonte – Furlani, 2018.

Um par de rotores gira na mesma velocidade, porém em sentidos opostos. Dessa forma, é realizada uma alimentação central (entre os rotores), o que faz a forragem se movimentar para trás.

Os rotores estão apoiados no solo por meio de rodas, as quais regulam a altura de trabalho. Nesse sentido, quanto mais uniforme for a superfície do terreno, melhor. Quando a operação for de esparramar a forragem, os braços devem ser mantidos próximos à horizontal.

Figura 51 – Rotores girando em sentido oposto, com a forragem saindo no centro, e rodas de controle de altura.



Fonte – Furlani, 2020, adaptado de JF Máquinas Agrícolas.

3. ENFARDADORAS

O processo de enfardamento é a etapa em que a máquina recolhe a forragem que foi previamente manejada, ou seja, cortada e enleirada, estando agora seca.

3.1 ENFARDADORAS DE FARDOS RETANGULARES

Os fardos retangulares apresentam, como o próprio nome diz, forma retangular. Os fardos considerados pequenos apresentam medidas que variam entre 30 a 60 cm de largura, 30 a 40 cm de largura e 30 a 150 cm de comprimento. Dessa forma, o peso varia de 10 a 40 kg.

Algumas máquinas produzem fardos maiores, com medidas aproximadas de 150 cm de altura, 150 cm de largura e comprimento de 250 cm. Nesse tipo, a massa varia de 70 a 180 kg/m³. O peso dos fardos varia conforme tamanho, compactação, umidade e tipo de forragem.

Figura 52 – Fardos retangulares.



Fonte – JF Máquinas, 2020.

A enfardadora de fardos retangulares é a máquina encontrada com maior frequência. Ela apresenta certa complexidade no funcionamento, principalmente devido ao sincronismo entre as partes móveis.

Figura 53 – Enfardadora de fardos retangulares recolhendo a forragem e produzindo o fardo.



Fonte – JF Máquinas, 2020.

A máquina é normalmente de arrasto, ou seja, acoplada à barra de tração do trator, e tem rodas de sustentação/locomoção. Devido a sua construção, trabalha na parte traseira do trator, deslocada para o lado direito.

O funcionamento das partes móveis se vale da rotação da Tomada de Potência do Trator (TDP), que deve ser a recomendada no manual de instruções do trator e da enfardadora.

A constituição orgânica da enfardadora é composta por quatro mecanismos: recolhedor, alimentador, compressor e atador. Esses atuam sincronizados, ou seja, em conjunto, no entanto, existe dependência dos últimos em relação aos primeiros. Assim, o mecanismo atador depende do compressor, que depende do alimentador, que depende do recolhedor.

3.1.1 Constituição

a) Mecanismo recolhedor

Tem a função de recolher a forragem da superfície do solo e transportá-la até a plataforma de alimentação. Para que o recolhimento seja eficiente, as etapas citadas anteriormente, como o corte da forragem efetuada pelos ceifadores, a secagem e o

enleiramento devem ter sido adequadamente realizadas. Dessa forma, o recolhimento é mais eficiente se a forragem estiver enleirada. A largura de trabalho do mecanismo recolhedor varia de 1,4 a 2,0 m.

O cilindro recolhedor é composto por um cilindro com barras transversais, nas quais é acoplada uma série de dedos, que são construídos em aço.

Figura 54 – Mecanismo de cilindro recolhedor, com detalhe dos dedos.



Fonte – Furlani, 2020.

A rotação do cilindro recolhedor é advinda da TDP do trator, e o sentido de rotação é contrário ao sentido de rotação das rodas da enfardadora e do trator. O cilindro recolhedor tem uma roda copiadora do solo, adaptando-se às irregularidades do terreno.

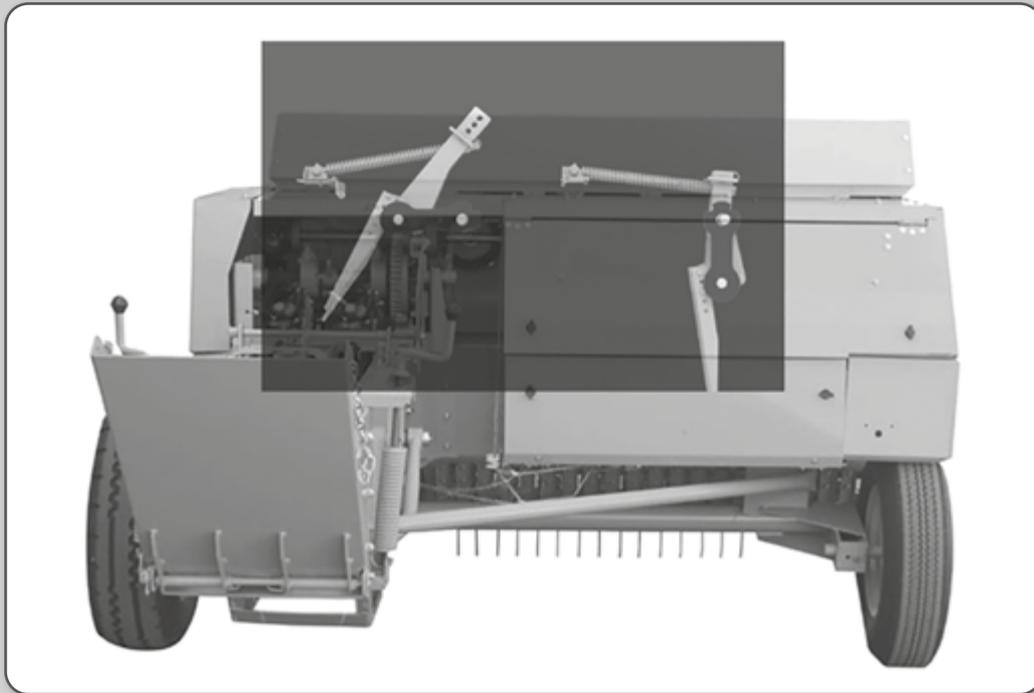
A altura do cilindro recolhedor e, conseqüentemente, dos dedos é regulável, e deve ser tal que os dedos recolham toda forragem da área e não colem materiais estranhos, como torrões ou pedras.

b) Mecanismo alimentador

Localizado acima do mecanismo recolhedor, é responsável pelo deslocamento da forragem da plataforma para o mecanismo de compressão.

A forragem que está na plataforma é conduzida para o mecanismo compactador por meio de garfos ou em conjunto com uma rosca sem fim (helicóide).

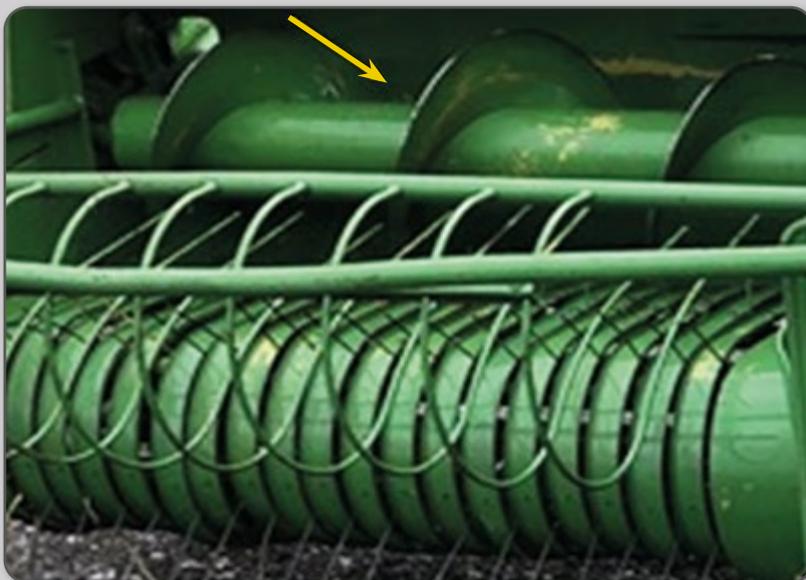
Figura 55 – Mecanismo alimentador composto de garfos.



Fonte – JF Máquinas.

O mecanismo alimentador (rosca sem-fim) geralmente é encontrado em enfardadoras de fardos maiores, dificilmente nas de fardos menores. Em algumas enfardadoras pequenas, em vez de garfos é uma helicóide que leva a palhada para a câmara de compressão.

Figura 56 – Rosca sem fim (helicóide).



Fonte – Furlani 2020.

c) Mecanismo compactador

A vantagem colocada inicialmente, de ter um alimento para o animal em épocas secas, deve-se ao fato de esse alimento ser armazenado em grande quantidade, visto que está compactada. Dessa forma, o mecanismo compactador é fundamental na enfardadora.

No mecanismo compactador a forragem é colocada, em porções, no interior de uma câmara, ou seja, um canal retangular, e por meio de um êmbolo (pistão) é compactada. Aqui pode-se fazer uma analogia com um motor de combustão interna, bem como com o mecanismo biela, árvore de manivelas e êmbolo.

Figura 57 – Câmara (canal retangular).



Fonte – JF Máquinas.

A compactação ocorre devido ao afunilamento do canal na parte posterior, e quando já se fez um primeiro fardo, o fardo já compactado e amarrado também auxilia na compactação, pois “segura” o fardo que está sendo formado. Dessa forma, pode-se dizer que o primeiro fardo apresenta densidade menor devido a sua menor compactação.

Figura 58 – Parte traseira da máquina. Afunilamento do canal compactador.

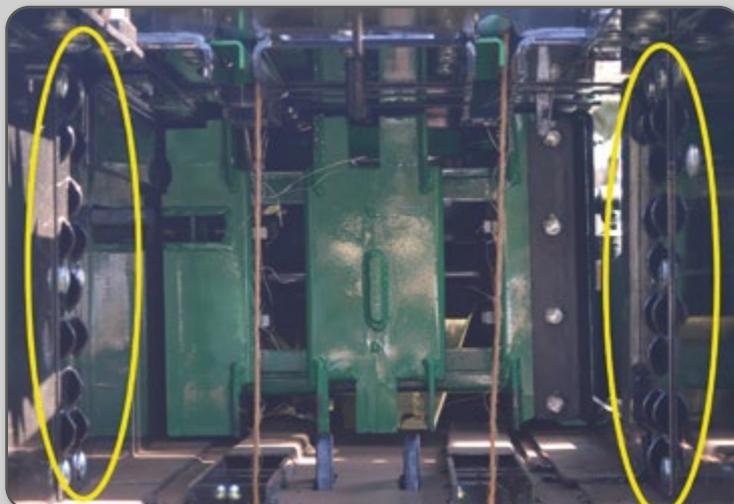


Fonte – Furlani, 2020.

O canal retangular está localizado no sentido longitudinal da máquina. Seu início está na parte anterior da máquina, e o fim, na parte traseira onde o fardo, já formado e compactado, é empurrado para a superfície do solo ou, por meio de esteiras, colocado em carretas transportadoras. As dimensões do canal variam de acordo com o tamanho e modelo da enfardadora.

Conforme o material (forragem) vai sendo compactado, e com o retorno do êmbolo, o fardo não retorna, pois existem placas de retenção que o sustentam no canal e possibilitam ao fardo se deslocar para a parte traseira devido ao formato de cunha das placas. Em algumas máquinas também podem ser observados outros tipos de retentores de forragem.

Figura 59 – Placas de retenção.



Fonte – Furlani, 2020.

Figura 60 – Retentor de forragem.



Fonte – Furlani, 2020.

No fim do processo, o fardo, já confeccionado/compactado, sai do canal e, em seguida encontra um suporte, que pode ser regulado para que o fardo caia diretamente na superfície do solo, ou em posição elevada, para depósito em carretas. Neste caso, pode-se chamar o suporte de elevador de fardos.

Figura 61 – Suporte.



Fonte – JF Máquinas e Furlani, 2020.

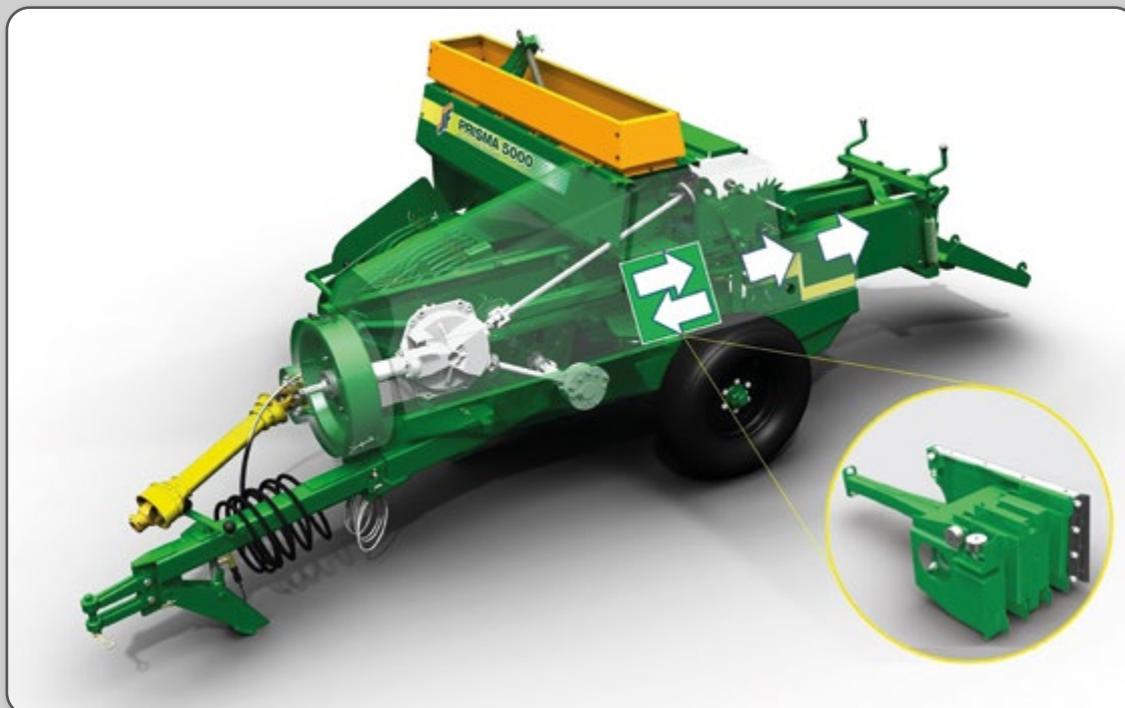
Figura 62 – Elevador de fardos.



Fonte – Furlani, 2020.

O movimento do êmbolo, também chamado de pistão, no interior da câmara é retilíneo alternado, ou seja, vai e vem. Esse movimento é advindo de um volante acionado pela TDP do trator. No volante existe uma biela que é então acoplada ao êmbolo.

Figura 63 – Êmbolo-pistão.



Fonte – JF Máquinas.

Figura 64 – Volante.



Fonte – JF Máquinas.

Figura 65 – Biela.



Fonte – JF Máquinas.

No volante existe um pino de segurança. Se ocorrer uma sobrecarga, o pino se quebra e preserva as partes móveis da máquina. Nesse tipo de máquina devem existir vários mecanismos de segurança, sendo outro, que pode ser observado, é a embreagem com molas.

Figura 66 – Pino de segurança.



Fonte – Furlani, 2020.

Esse mecanismo nada mais é do que parafusos com molas, cuja tensão, no caso de algum problema nos mecanismos de rotação da máquina, absorve as forças “contrárias” e preserva os mecanismos da máquina e do trator. Dessa forma, não se deve apertar ou soltar esses parafusos sem antes consultar o manual da máquina, verificando como proceder.

Figura 67 – Embreagem com molas.



Fonte – Furlani, 2020.

A compactação acontece em sincronismo com o mecanismo de alimentação. Este desloca certa quantidade de forragem da plataforma para uma janela de alimentação, localizada na lateral da câmara, logo após, o êmbolo desloca-se comprimindo a forragem. Em um novo movimento, o mecanismo alimentador insere mais forragem na câmara e novamente o êmbolo a comprime; esse ciclo acontece até que se forme o fardo.

Figura 68 – Janela de alimentação no canal compactador.

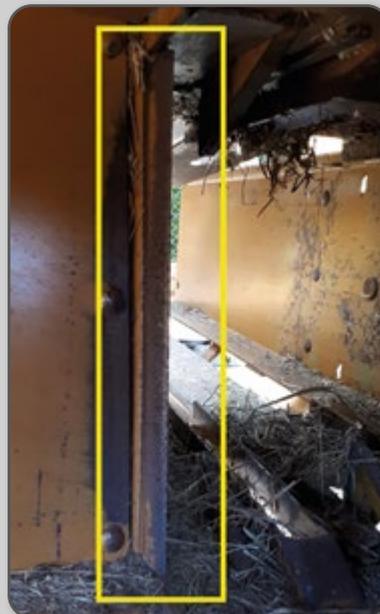


Fonte – Furlani, 2020.

A cada deslocamento do êmbolo ocorre o corte da forragem na janela de alimentação. Para que isso ocorra, há no êmbolo uma faca em uma das laterais. Em uma lateral da janela de alimentação existe uma contrafaca, assim com o movimento do êmbolo ocorre o corte da forragem.

Figura 69 – Faca na lateral do êmbolo.

Fonte – Furlani, 2020.

Figura 70 – Contrafaca.

Fonte – Furlani, 2020.

d) Mecanismo amarrador

No momento em que o fardo está pronto, ele deve ser amarrado. Normalmente usa-se sisal, no entanto, já encontra no mercado material plástico para amarração, sendo fundamental atentar para isso no momento de fornecimento ao animal.

Figura 71 – Exemplo de material para amarração de fardos (sisal).

Fonte – Furlani, 2020.

A amarração dos fardos, seja por sisal, seja por material plástico, é realizada por um mecanismo composto de duas agulhas localizadas na parte inferior do canal de compactação. No momento exato da amarração, essas agulhas são acionadas para dentro do canal, e junto a elas estão as cordas de sisal ou *nylon*. Na parte superior do canal ocorre a amarração dos fardos pelo mecanismo atador; neste é dado o nó e ocorre o corte.

Figura 72 – Agulhas.



Fonte – JF Máquinas.

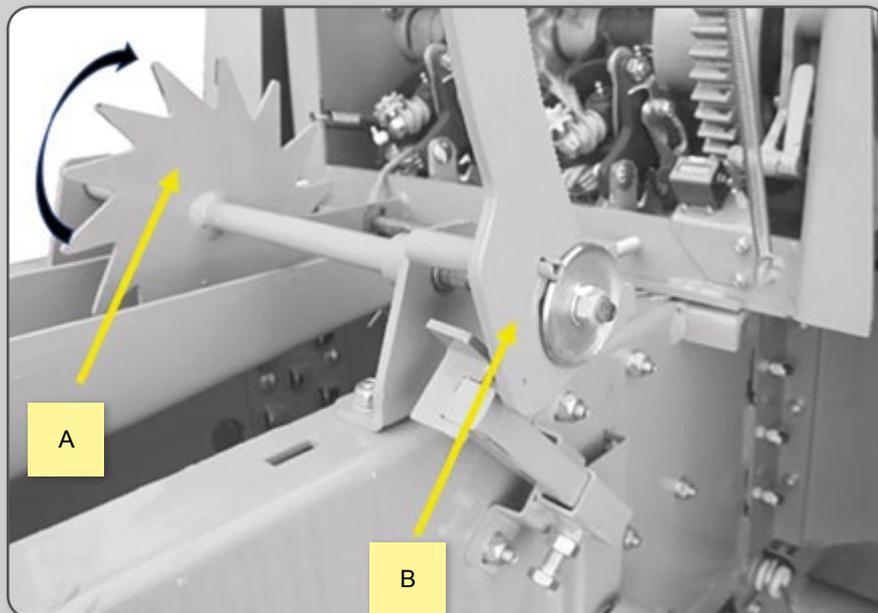
O mecanismo atador, também chamado de nosador, é complexo. Para sua regulação correta deve-se obrigatoriamente consultar o manual de instruções. Na sequência são apresentadas instruções desse mecanismo para uma máquina específica, no caso, a Enfardadora JF Prisma 5000, seguindo o manual de instruções da máquina.

Os procedimentos descritos no manual são:

- 1) Primeiramente, antes de efetuar qualquer regulação na enfardadora, deve-se obrigatoriamente desligar o motor do trator e retirar a chave do contato.

- 2) A roda estrela (A) deve ser girada manualmente no sentido indicado na Figura 73, até o momento em que o braço (B) seja deslocado para frente; dessa forma, o mecanismo nosador é liberado.

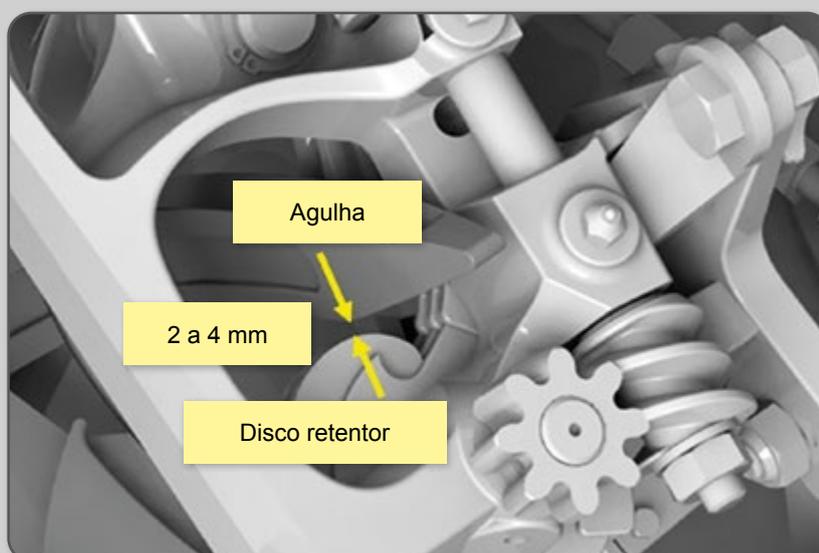
Figura 73 – Regulagem das agulhas com os nosadores.



Fonte – JF Máquinas.

- 3) Na próxima etapa é necessário que as agulhas atinjam os nosadores. Para tal, deve-se girar o volante manualmente no sentido anti-horário. A regulagem entre a agulha e o disco retentor deve possibilitar uma folga entre 2 e 4 mm, como indicado na Figura 74.

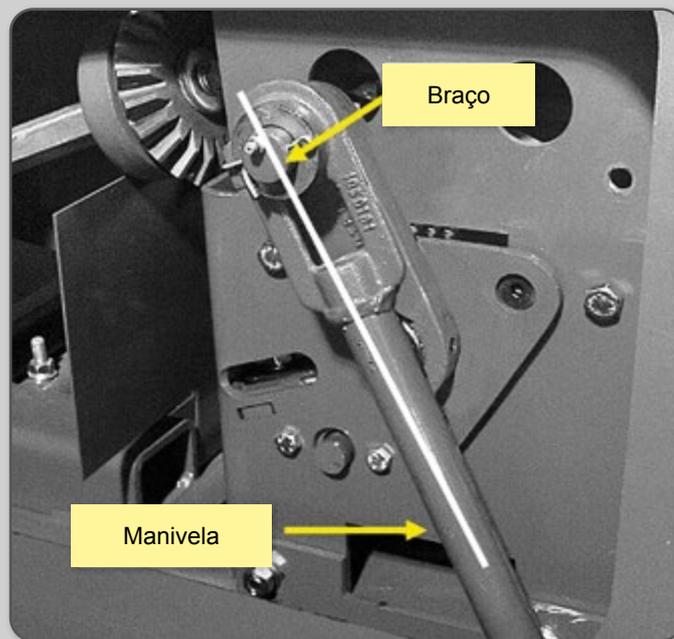
Figura 74 – Regulagem da agulha com o disco retentor.



Fonte – JF Máquinas.

- 4) A regulagem do avanço das agulhas é realizada girando-se manualmente o volante, até que as agulhas atinjam o ponto mais alto. Elas estarão em posição correta se a manivela e o braço de regulagem estiverem alinhados, conforme observa-se na Figura 75.

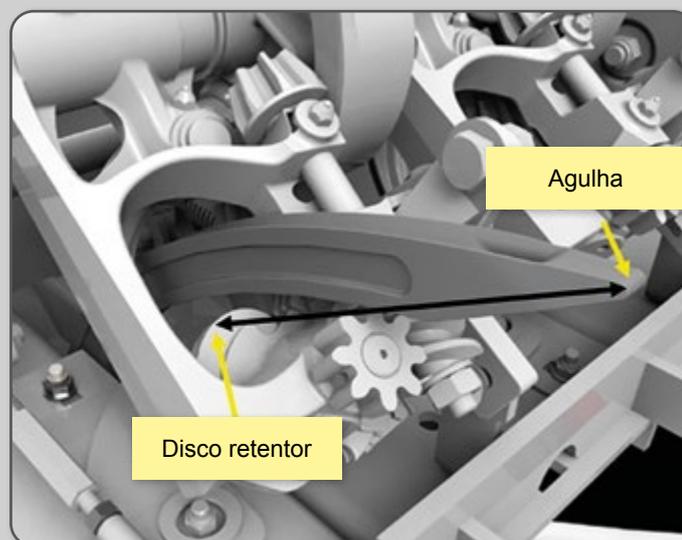
Figura 75 – Regulagem do avanço das agulhas.



Fonte – JF Máquinas.

- 5) Realizado o posicionamento das agulhas, a medida destas em relação ao disco deve ficar entre 135 e 140 mm, conforme Figura 76.

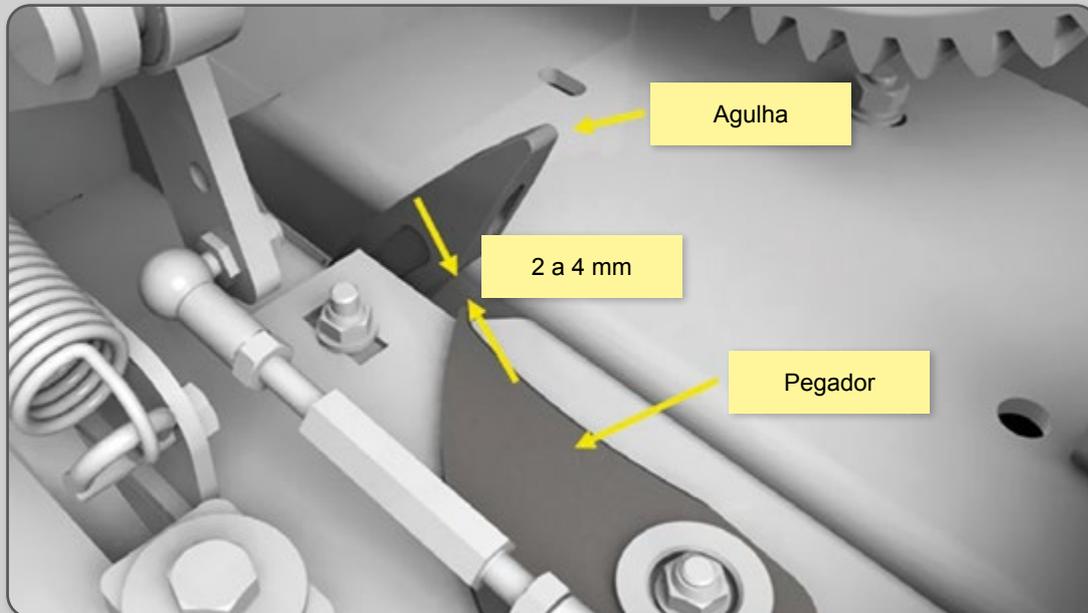
Figura 76 – Distância da agulha ao disco.



Fonte – JF Máquinas.

- 6) O ajuste dos pegadores com as agulhas é realizado girando o volante manualmente, fazendo com que as agulhas subam até os pegadores. A distância entre ambos deve estar entre 2 e 4 mm.

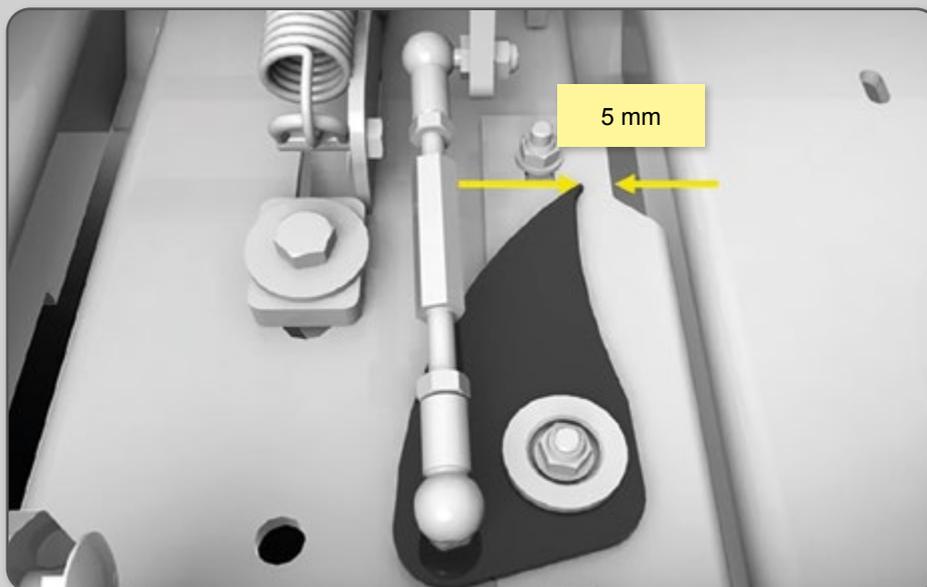
Figura 77 – Distância da agulha ao pegador.



Fonte – JF Máquinas.

- 7) Realizada a regulagem entre a agulha e o pegador, deve-se abaixar as agulhas e posicionar o pegador a 5 mm, conforme Figura 78.

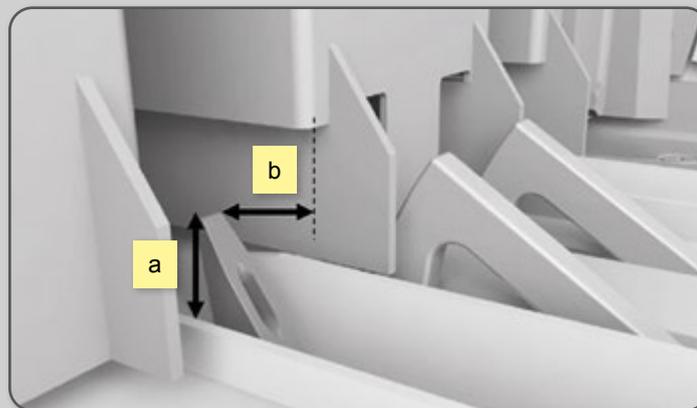
Figura 78 – Distância do pegador.



Fonte – JF Máquinas.

- 8) A medida correta do olhal da agulha até o disco do barbante, quando este começa a girar, deve estar entre 50 e 60 mm, e a distância da agulha até o disco espaçador, entre de 4 e 6 mm.
- 9) No exato momento em que o fardo está no tamanho correto, ocorre o movimento das agulhas que atravessam o canal compactador. Nesse momento existe um sincronismo entre o pistão e as agulhas. Para que isso ocorra deve-se posicionar a agulha em relação ao pistão com as seguintes medidas: posição (a) de 5 a 10 mm e (b) de 20 a 25 mm.

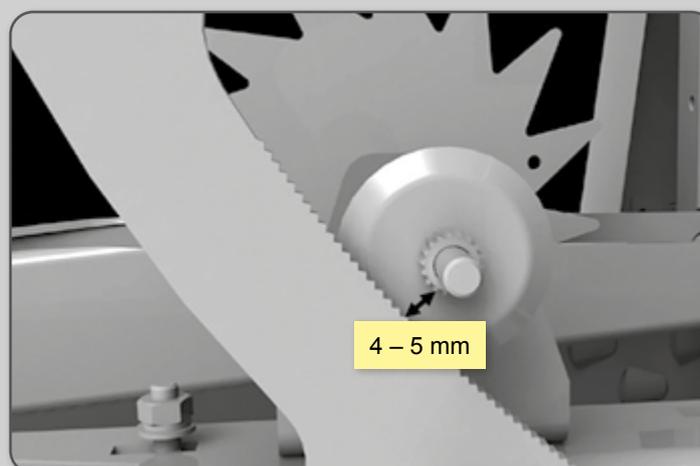
Figura 79 – Distância da agulha ao pistão.



Fonte – JF Máquinas.

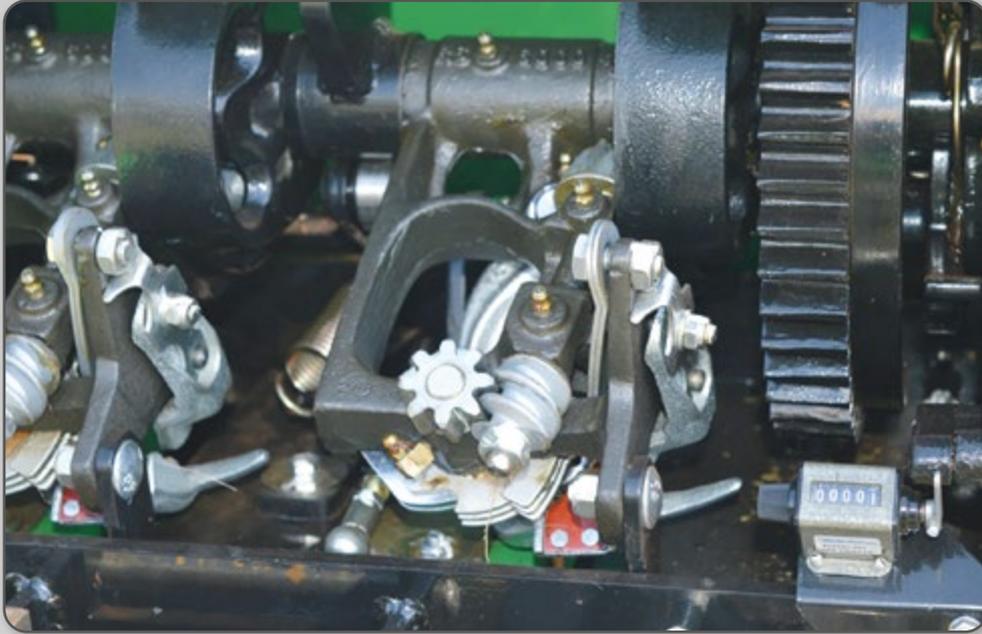
- 10) As enfardadoras normalmente já vêm de fábrica com o nosador regulado. No entanto, com o uso deve-se verificar essa regulagem para o correto funcionamento da máquina. Dessa forma, deve existir uma distância do acionador do nosador até o rolete, que deve ser de 4 a 5 mm.

Figura 80 – Distância do acionador do nosador até o rolete.



Fonte – JF Máquinas.

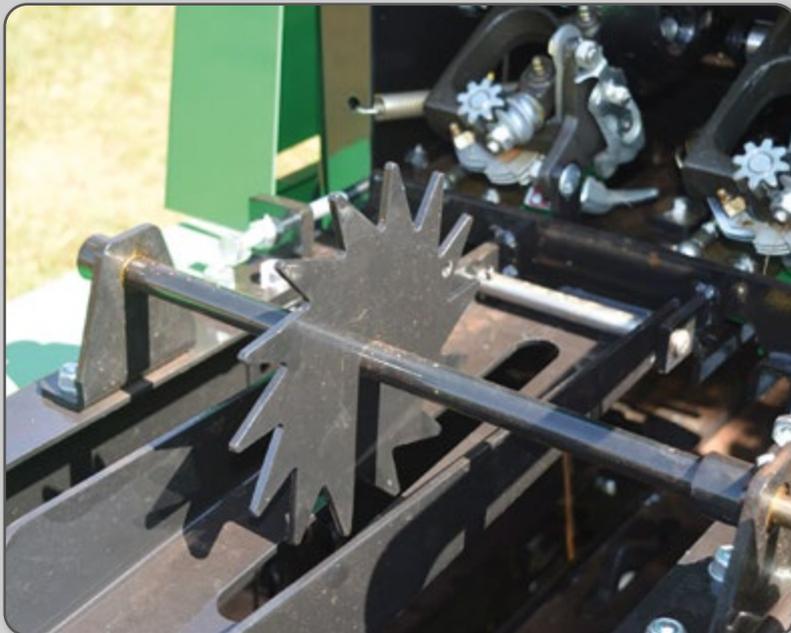
Figura 81 – Mecanismo atador ou nosador.



Fonte – Furlani, 2020.

O comprimento do fardo e, conseqüentemente, o momento em que a agulha deve ser acionada, é controlado por uma estrela, que se localiza acima do fardo que está sendo formado.

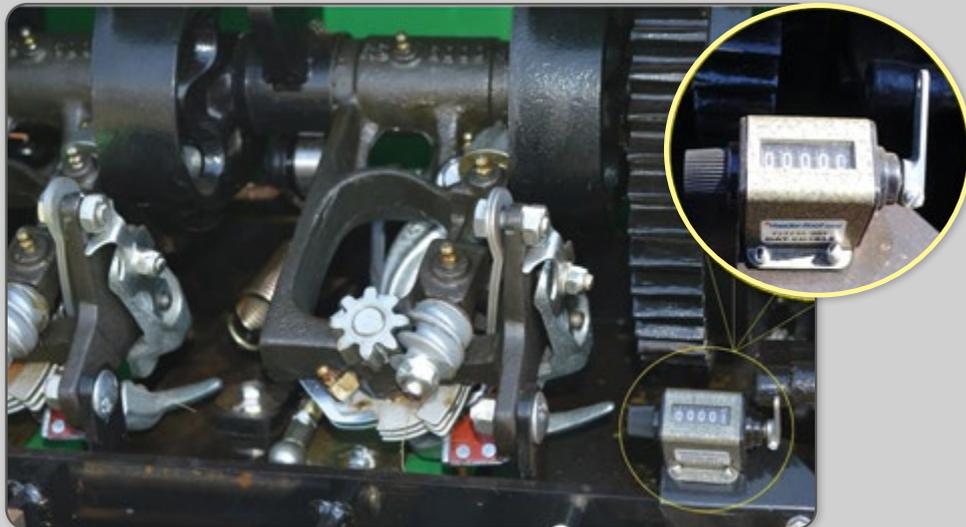
Figura 82 – Estrela.



Fonte – Furlani, 2020.

Em algumas máquinas pode aparecer um contador de fardos, que se torna fundamental para verificar a produtividade da forragem e a eficiência da máquina, além do controle para posterior utilização.

Figura 83 – Contador de fardos.



Fonte – Furlani, 2020.

Como o fardo se movimenta para a parte traseira da máquina, a estrela gira de forma bem lenta, acionando o dispositivo do mecanismo atador-nosador. No momento em que as agulhas adentram o canal de compressão e pelos rasgos do êmbolo, que deve estar em sua posição recolhida, esse sincronismo é fundamental para o funcionamento adequado da máquina.

Para a confecção de um número razoável de fardos é necessária uma quantidade adequada de sisal ou outro material para a amarração. Dessa forma, existe na parte traseira da máquina um depósito para a colocação de bobinas de material de amarração.

Figura 84 – Depósito e material de amarração.



Fonte – Furlani, 2020.

3.1.2 Mecanismos de segurança

As enfardadoras de fardos retangulares, como visto anteriormente, devem trabalhar em perfeito sincronismo. Dessa forma, qualquer problema que afete tal sincronismo necessita de correção imediata para resguardar a máquina como um todo.

Os mecanismos mais comuns encontrados nas enfardadoras são os pinos fusíveis, também chamados de pinos de cisalhamento. A partir do momento em que são submetidos a um esforço maior que sua resistência, eles quebram, preservando o equipamento.

Entretanto, na prática, observa-se o uso incorreto desse mecanismo de segurança. Por exemplo, em casos nos quais o pino fusível quebra com muita frequência, é comum substituí-lo por pinos de maior resistência. Essa não é uma prática recomendada, uma vez que aumenta os esforços de outros mecanismos da máquina, podendo levar a danos adicionais. Quando a quebra dos pinos fusíveis é frequente, é provável que algum problema maior está ocorrendo, tornando necessária a investigação e o reparo imediato.

Nas enfardadoras, os pinos fusíveis são encontrados no volante, nos garfos e nas agulhas. Outro tipo de mecanismo de segurança é uma embreagem de discos, que utiliza molas para pressão.

3.1.3 Regulagens

A regulagem da enfardadora deve permitir que ela trabalhe com eficiência. Dessa forma, em um primeiro momento deve-se adequar a potência do trator à regulagem e, atentar para as diferentes formas de acoplamentos e regulagens de alinhamento e nivelamentos.

No caso das enfardadoras de arrasto, após o acoplamento à barra de tração, deve-se ter cuidado especial com o acoplamento do eixo cardã. Na sequência serão apresentados a maneira correta e os cuidados necessários para melhor aproveitamento da tomada de potência do trator.

a) Eixo cardã

Para as máquinas que utilizam o eixo cardã, é fundamental que o operador tenha domínio do seu funcionamento, de suas regulagens e de seus mecanismos de segurança. Para obter mais informações, consulte o item que trata das regulagens desse componente no capítulo anterior.

Figura 85 – Eixo cardã com proteção.



Fonte – Furlani, 2020.

b) Mecanismo recolhedor

A regulagem do mecanismo recolhedor é basicamente sua altura em relação ao solo. Dessa forma, o mecanismo deve recolher apenas a forragem.

Para o recolhimento exclusivo de forragem, a altura recomendada dos dedos do mecanismo recolhedor deve estar entre 3 e 6 cm para evitar que toquem o solo. Nessa altura, toda a forragem é retirada do solo.

Deve-se atentar também para as irregularidades do terreno. Assim, a adequação da área, até mesmo antes da semeadura, torna-se de fundamental importância. Em terrenos irregulares a altura deve ser maior, para que os dedos não carreguem para a máquina torrões ou pedras, porém, deixarão certa quantidade de forragem no solo.

A regulagem da altura do mecanismo recolhedor pode ser realizada por meio de uma corda (modelos mais antigos) ou por rodas, dependendo do tipo de enfardadora. Nesse caso, a roda copia o solo, e o que realmente define a altura é a mudança da cupilha na altura do pino. Essa altura deve estar em torno de 3 a 6 cm do solo.

Figura 86 – Rodas para regulagem da altura de recolhimento.



Fonte – JF Máquinas.

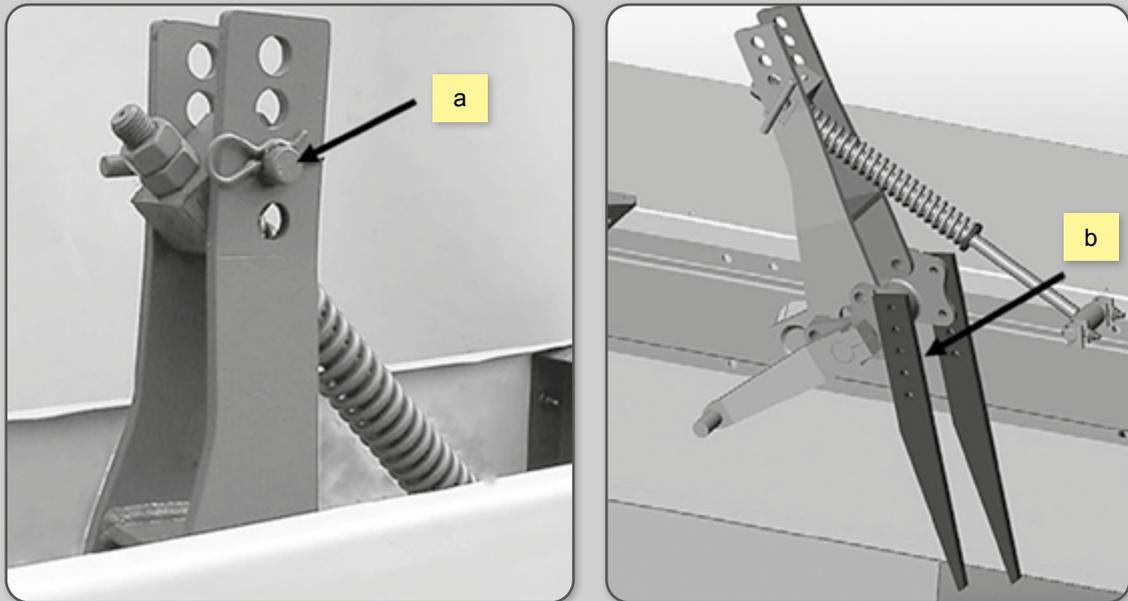
c) Mecanismo alimentador

Após ser recolhida, a forragem chega à plataforma de alimentação, onde os garfos a conduzem para o mecanismo de compactação. Algumas máquinas permitem mudança na posição dos garfos.

A variação na posição dos garfos pode ser útil conforme o comprimento e volume da forragem, ou seja, quando o comprimento é curto e o volume é pequeno, os garfos devem ficar em posição mais baixa, próximo à plataforma, conseguindo assim conduzir toda a forragem.

A posição do garfo também auxilia na melhor alimentação da forragem no canal compactador. Para tal, pode-se mudar a penetração do garfo dentro do canal, que possibilita o aumento e diminuição da quantidade de forragem. Essa mudança é realizada por meio da altura do pino na parte superior do garfo (a). Também pode-se ajustar a uniformidade do fardo pela posição dos dentes (b).

Figura 87 – Regulagem dos garfos de alimentação.



Fonte – JF Máquinas.

No entanto, quando a forragem é comprida e tem bastante volume, os garfos devem ficar posicionados a uma altura maior, o que facilita seu deslocamento para o interior do canal de compressão.

d) **Mecanismo de compressão**

À medida que a forragem vai sendo comprimida, o fardo aumenta de comprimento. Para a regulagem deste é necessário alterar a frequência de amarração, que está diretamente atrelada ao giro da estrela.

À medida que se forma o fardo, a estrela gira e transmite o movimento para uma polia apoiada em um elevador. No fim do curso, o elevador aciona o mecanismo de amarração.

Figura 88 – 1) Polia do mecanismo de amarração e 2) Braço disparador do atador-nosador.



Fonte – Furlani, 2020.

A mudança de posicionamento da polia altera o comprimento do fardo, que pode variar, conforme o modelo de máquina, em média de 50 a 150 cm.

Também é possível alterar a densidade do fardo, ou seja, para um fardo de mesmo tamanho, seu peso pode ser maior ou menor. Para essa regulagem, existe no fim do canal compactador uma espécie de prensa, que por meio de manivelas pode abaixar uma chapa de ferro, o que dificulta a saída do fardo, deixando-o mais denso. Por outro lado, ao levantar a chapa se facilita a saída do fardo, consequentemente deixando-o menos denso.

Figura 89 – Prensa com manivelas.



Fonte – Furlani, 2020.

Figura 90 – Manivelas.



Fonte – Furlani, 2020.

Para a compactação do fardo pode-se, ainda, nas enfardadoras mais modernas, existir um cilindro hidráulico em vez do mecanismo com manivelas.

Figura 91 – Mecanismo hidráulico para compactação do fardo.



Fonte – Furlani, 2020.

3.2 ENFARDADORA DE FARDOS CILÍNDRICOS

A enfardadora de fardos cilíndricos ou redondos também pode ser chamada de rotoenfardadora. Ela é de arrasto (acoplada à barra de tração), acionada pela tomada de potência (TDP) e alinhada na parte traseira do trator. Normalmente produz fardos maiores que as enfardadoras de fardos retangulares e otimiza o tempo em até 50%.

Figura 92 – Enfardadora de fardos cilíndricos.



Fonte – JF Máquinas.

Esse tipo de enfardadora surgiu na década de 1970 e possibilitou o recolhimento de forragens com diferentes umidade. Os fardos, nessa época, eram chamados de “Big Bales” (grande fardos). Esse sistema de recolhimento facilitou os sistemas de conservação de forragem, pois não é totalmente dependente de condições climáticas. Além disso, por poder ficar maior tempo na área em relação ao prismático, não necessita de grandes investimentos em infraestrutura de armazenamento.

Em relação ao fardo retangular, que deve ser retirado o mais breve possível do solo após formado, pois em função de sua forma apresenta grande contato com o solo e pode degradar-se mais rapidamente, o fardo cilíndrico pode permanecer no solo até três semanas sem perder a qualidade.

Figura 93 – Fardo cilíndrico.



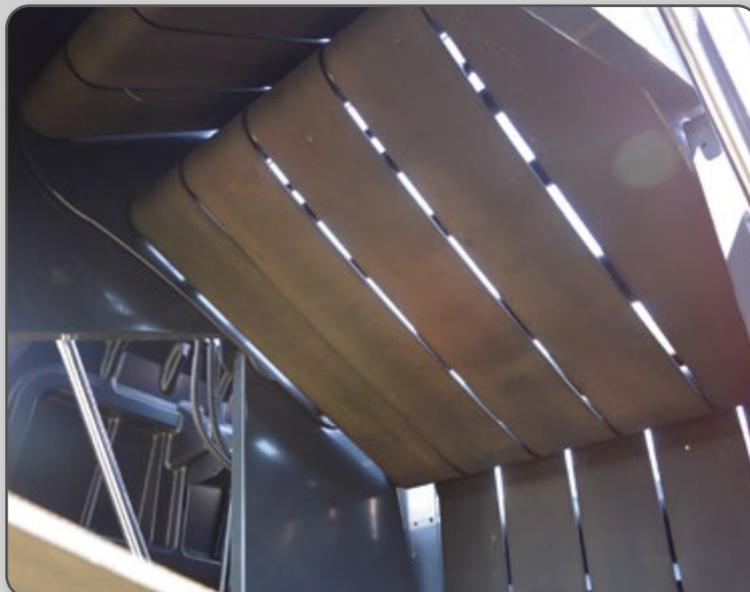
Fonte – Furlani, 2021.

3.2.1 Constituição

A enfardadora de fardos cilíndricos é de constituição mais simples que a de fardos retangulares, tendo, portanto, manutenção mais fácil.

O fardo é formado por correias paralelas independentes, normalmente de borracha. Também existem máquinas com tubos metálicos guiados por duas correntes ou de rolos.

Figura 94 – Correias paralelas independentes.



Fonte – Furlani, 2021.

Figura 95 – Tubos metálicos.



Fonte – Furlani, 2021.

Figura 96 – Rolos.



Fonte – Furlani, 2021.

A demanda de potência desse tipo de máquina é relativamente pequena, cerca de 40 a 90 cv na tomada de potência, o que corresponde a aproximadamente 100 cv no motor do trator, com diâmetro variando entre 80 a 180 cm.

a) **Mecanismo recolhedor**

O mecanismo recolhedor da enfardadora de fardos redondos é semelhante à de fardos retangulares, ou seja, existe um cilindro com dedos retráteis, apoiado sobre rodas para controle da altura.

Figura 97 – Mecanismo recolhedor.



Fonte – Furlani, 2021.

Esse mecanismo está localizado na parte da frente da máquina, em posição central. Dessa forma, o trator deve passar com os rodados na parte externa da leira de forragem, com o posterior recolhimento pela máquina. A largura do mecanismo recolhedor varia de acordo com o tamanho da máquina, estando próximo de 120 a 200 cm.

A confecção dos fardos pode ser comparada ao modo de enrolar um tapete, ou seja, à medida que se recolhe a leira de forragem, ela é enrolada até a formação do fardo na medida desejada.

Durante o deslocamento do conjunto trator-enfardadora, o mecanismo recolhedor recolhe a forragem do solo e a conduz até um mecanismo transportador na parte inferior da máquina.

b) Transportador inferior

A posição do transportador inferior é logo atrás do mecanismo recolhedor, e sua função específica é conduzir a forragem até a parte traseira da enfardadora.

Figura 98 – Transportador inferior.



Fonte – Furlani, 2021.

A forragem percorre o transportador inferior até a parte final da máquina, onde se encontra o transportador superior.

c) Transportador superior

É composto por correias de borracha, planas e paralelas umas às outras, que são constantemente tensionadas por molas localizadas nas duas laterais da enfardadora.

Figura 99 – Transportador superior.



Fonte – Furlani, 2021.

Figura 100 – Molas tensionadoras.



Fonte – Furlani, 2021.

A forragem que está sendo conduzida pelo transportador inferior, ao chegar ao transportador superior, começa a enrolar-se, assim o volume de forragem vai aumentando. Dessa forma, também aumenta a tensão das correias sobre a forragem, ou seja, conforme enrola a forragem, a tensão das molas tem por função compactar o fardo, que vai aumentando de diâmetro até um máximo (depende do tipo de máquina).

Conforme ocorre a formação do fardo, o transportador superior se desloca para a parte anterior da máquina. No momento em que o fardo atinge o tamanho definido pelo operador, este deve parar o trator para iniciar o processo de amarração do fardo.

d) Amarração do fardo

No momento em que o fardo atinge o tamanho proposto, a amarração é realizada. No entanto, o operador pode acionar o sistema de amarração no momento que quiser, independentemente do tamanho do fardo. Algumas máquinas apresentam três densidades pré-selecionais de fardos.

A amarração é realizada pelo giro do fardo no interior da máquina, e normalmente três voltas são suficientes para amarração com sisal ou também por uma tela. Quando o diâmetro do fardo atingir o desejado, uma seta se desloca ou soa um alarme e o operador deve parar o trator. Posteriormente, com o trator parado e a TDP trabalhando

a 540 rpm, o operador aciona uma alavanca que atua no deslocamento do sisal, que é enrolado em todo o fardo. Na sequência, o sisal é cortado por uma navalha. Em máquinas modernas pode existir um sensor que, aciona automaticamente o mecanismo de amarração quando o fardo atingir certo diâmetro.

Com o fardo devidamente amarrado, o operador da máquina levanta a parte traseira desta, liberando o fardo no solo.

3.2.2 Regulagens

Na regulagem da enfardadora cilíndrica deve-se atentar para uma alimentação uniforme na máquina, ou seja, a quantidade de forragem enleirada e a velocidade de deslocamento devem proporcionar uma quantidade de forragem uniforme para que os mecanismos transportadores consigam “enrolar” o fardo.

a) **Altura do mecanismo recolhedor**

A altura do mecanismo recolhedor está diretamente relacionada com o tipo de forragem e sua quantidade. Esta deve ser tal que não deixe forragem sobre a superfície do solo e não recolha material que não a forragem, como pedras e torrões.

A altura normalmente é limitada por uma roda (Figura 108), que em função de sua posição determina a altura de trabalho.

Figura 101 – Roda limitadora da altura do mecanismo recolhedor.



Fonte – Furlani, 2021.

b) Densidade do fardo

Para obtenção de um fardo mais denso, ou seja, mais pesado para o mesmo diâmetro, é necessário o ajuste da tensão das molas de compressão. Em algumas máquinas isso é realizado de forma mecânica, e nas mais modernas esta regulagem pode ser hidráulica.

4. MANUTENÇÃO

Em todo equipamento agrícola deve-se realizar manutenções preventivas e corretivas. Entende-se por manutenção preventiva aquela que é realizada em períodos pré-determinados. No caso das máquinas para enfardamento, ela é feita de acordo com o número de horas de uso, conforme descrito no manual de instruções.

Já a manutenção corretiva é aquela realizada em função de uma ocorrência não prevista, por exemplo, uma quebra. Nesse caso é recomendável a manutenção o mais rápido possível, pois quando uma manutenção corretiva é deixada de lado, isso provoca mais quebras e, conseqüentemente demanda mais tempo para consertos.

Durante a manutenção, seja ela preventiva, seja corretiva, o equipamento não está trabalhando, então deve ser feita com critério para que o tempo “perdido” não aumente.

A manutenção preventiva deve seguir rigorosamente as instruções contidas no manual do equipamento. Essa é a forma mais prática e fácil de manter a máquina em ordem. Como exemplo de manutenção periódica cita-se a lubrificação com graxa na biela, atentando para a colocação em excesso, que é prejudicial.

Figura 102 – Manutenção periódica com graxa.



Fonte – Furlani, 2021.

A manutenção corretiva é realizada no momento em que ocorre uma quebra, como quando há a necessidade de manutenção/troca de um pneu, seja por um furo que pode ser consertado, seja por um dano maior que exige a troca dele.

Figura 103 – Manutenção corretiva.



Fonte – Furlani, 2021.

Normalmente, esse tipo de equipamento necessita de lubrificação com graxa em diversos pontos. Se realizada de forma correta, é garantia de aumento da vida útil e trabalho mais eficiente. Vale lembrar que pode ocorrer superaquecimento pela falta de graxa.

Na enfardadora são diversos os pontos de lubrificação com graxa. Normalmente deve-se lubrificar a cada 10 horas de trabalho: cruzetas, cubos das rodas, biela do pistão, suporte das agulhas, manivelas de compactação, nosadores, entre outros, sendo fundamental seguir as orientações do manual de instruções.

Outro ponto importante de manutenção é a troca de óleo da caixa de transmissão da tomada de potência. Normalmente a primeira troca é realizada com 50 horas de uso, e as demais, a cada 150 horas, no entanto, deve-se seguir rigorosamente a recomendação do manual de instruções de cada máquina e o tipo de óleo utilizado.

A leitura do manual de instruções é fundamental inclusive para equipamentos semelhantes, pois ainda que seja do mesmo fabricante, o equipamento pode conter um item diferenciado, que pode necessitar de manutenção específica.

Na lubrificação de graxas deve-se atentar para a quantidade de graxa a ser colocada, pois o excesso também é prejudicial, uma vez que pode forçar os retentores, possibilitando a entrada de terra. Deve-se atentar ainda para os intervalos de lubrificação.

Outro ponto importante é a recomendação do fabricante do tipo de graxa a ser usada. Pode parecer bobagem, porém, o uso de graxa fora da especificação do fabricante pode prejudicar o equipamento, que em alguns casos chega a perder a garantia de fábrica. Cabe ressaltar que a armazenagem correta dos produtos de lubrificação também exige cuidados especiais para evitar contaminações.

Antes de iniciar os trabalhos, deve-se verificar todos os níveis dos óleos, quando presentes, bem como o afiamento das facas, dos parafusos, e reapertá-los se necessário, principalmente se existirem parafusos com torque pré-determinado. Também se deve verificar os parafusos de acordo com o número de horas de uso, segundo o manual de operação. Aqui cabe ressaltar que o uso da ferramenta correta facilita a manutenção, possibilita menor esforço físico e preserva o equipamento.

A utilização de uma ferramenta inadequada, na maioria das vezes, acarretará maior tempo perdido, menor qualidade do serviço executado e até acidentes. Dessa forma, uma estrutura de oficina com ferramental básico é indispensável na propriedade.

As peças que sofrem desgaste ou folga por uso devem ser analisadas com bastante critério, tais como facas, correias, pneus, entre outras, pois podem dificultar o serviço e o rendimento pode diminuir, além de forçar outras partes constituintes do equipamento.

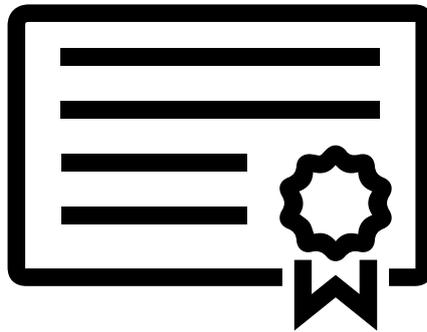
Neste item pode-se citar um tipo de manutenção de fácil execução que está sendo realizada em empresas agrícolas de maior porte. Esse tipo de manutenção nada mais é do que a verificação constante de peças que sofrem desgaste, como facas, pneus e também óleo lubrificante. A verificação constante pode auxiliar na troca de determinada peça antes que ela quebre, deixando o equipamento mais tempo parado.

Após o uso do equipamento, deve-se fazer uma limpeza completa nele. Peças com pintura devem ser verificadas e repintadas, se for o caso, a fim de deixar o equipamento pronto para o próximo uso. Além disso, deve-se evitar deixar “consertos” para antes da próxima safra, pois pode faltar peças no mercado, entre outros problemas. Guardar em local apropriado, de preferência sem contato com a terra de preferência em galpões cobertos.

REFERÊNCIAS

- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005. 310p.
- BOLLER, W. Máquinas para conservação de forragens. *In*: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 544p.
- COAN, O. **Ferramentas para manutenção de máquinas e implementos agrícolas**. Jaboticabal: Funep, 1997. 37 p.
- COAN, O. **Máquinas para manejo de plantas forrageiras**. Jaboticabal: Funep, 1997. 54 p.
- FERREIRA, M. F. P.; ALONÇO, A. S.; MACHADO, A. L. T. **Máquinas para silagem**. Pelotas: Ed. Universitária, 2003. 98p.

CERTIFICADO DO CURSO



O certificado de conclusão é emitido, no mínimo, 30 dias após encerramento do curso, tempo necessário para o instrutor realizar a análise de desempenho de cada aluno, para que, posteriormente, a área de certificação do Sistema FAEP/SENAR-PR realize a emissão.

Você pode acompanhar a emissão de seu certificado em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos SENAR-PR > Certificados ou no QRCode ao lado.



Consulte o catálogo de curso e a agenda de datas no sindicato rural mais próximo de você, em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos ou no QRCode abaixo.



***Esperamos encontrar você novamente
nos cursos do SENAR-PR.***

SISTEMA FAEP



Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar
Fone: (41) 2106-0401
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
[sistema.faep](https://www.instagram.com/sistema.faep)



LinkedIn
[sistema-faep](https://www.linkedin.com/company/sistema-faep)



Flickr
SistemaFAEP