



Mecanização Agrícola

COLETÂNEA DE AULAS

PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO



**MECANIZAÇÃO
AGRÍCOLA
COLETÂNEA DE SALA DE AULA**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M4862 Mecanização Agrícola: Coletânea de sala de aula/Francisco, P. R. M.

— Campina Grande: EPTEC, 2022.
134 f.: il. color.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-00-37423-0

1. Agricultura mecanizada. 2. Implementos agrícolas. 3. Máquinas agrícolas. 4. Manutenção. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Título.

CDU 62

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

2021 by Eptec
Copyright © Eptec
Copyright do texto © 2021 Os autores
Copyright da edição © 2021 Eptec
Direitos para esta edição cedidos à Eptec pelos autores.
Open access publication by Eptec

Créditos das Imagens da capa e dos capítulos

Pixabay/Freepick

Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Djail Santos (CCA-UFPB)
Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)
George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)
Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)
João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)
José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)
Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)
Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)
Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)
Newton Carlos Santos (UFRN)
Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)
Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)
Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)
Viviane Farias Silva (CSTR-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco

MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA COLETÂNEA DE SALA DE AULA



1.a Edição
Campina Grande-PB
2022

REALIZAÇÃO



SUMÁRIO

Apresentação	7
Introdução ao Estudo da Mecanização Agrícola	8
Generalidades	9
Mecanização Racional	10
Conceituações sobre Operações Agrícolas.....	11
Máquinas, Implementos e Ferramentas.....	12
Estudo das Máquinas Agrícolas.....	14
Análise Operacional.....	16
Introdução	17
Estudo das Operações Agrícolas	17
Fluxogramas	18
Estudos de Movimentos e de Tempos	20
Introdução	21
Análise de Métodos	21
Atividades Homem-Máquina.....	22
Métodos de Percorso no Campo	23
Ciclos Operativos de Campo	25
Sistemas Motomecanizados Agrícolas	28
Introdução	29
Desempenho Operacional da Maquinaria Agrícola.....	31
Introdução	32
Capacidade Operacional	32
Tipos de Capacidade Operacional	33
Rendimento Operacional.....	36
Eficácia Operacional	36
Determinação da Capacidade de Campo Efetiva.....	38
Análise de Sistemas.....	40

Estudo Econômico	48
Aquisição de Tratores Agrícolas	49
Cálculo da Tração Motora	51
Custo Horário do Trator	52
Operações Agrícolas	63
Preparo Inicial do Solo	64
Preparo Periódico do Solo	69
Semeadoras.....	80
Cultivo Mecânico	100
Aplicação de Defensivos Agrícolas.....	101
Colheita	105
Referências Bibliográficas.....	133
Curriculum do autor.....	134

APRESENTAÇÃO

Este e-book é provindo de uma apostila que foi elaborada com o objetivo de auxiliar em sala de aula, quando de nossa passagem como professor na disciplina de Mecanização Agrícola do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Campus Areia, obedecendo em parte o conteúdo programático. O material foi elaborado em 2005 com conteúdo provindo de nossas anotações de sala de aula, quando de nossos estudos como Tecnólogo em Mecanização Agrícola na UNESP-Bauru. Os diversos professores, como o Dr. Abílio Garcia dos Santos Filho e o Dr. João Eduardo Guarnetti Garcia dos Santos foram os que nos inspiraram com seus ensinamentos e amor a esta ciência do campo e, portanto os nossos agradecimentos.

Este livro foi elaborado também com conteúdos dos livros do professor Balastreire de Máquinas Agrícolas, do professor Mialhe em seu Manual de Mecanização, do professor Odilon Saad, obras estas com conteúdo que até a atualidade são base para os estudos nas diversas instituições de ensino brasileira. Além das apostilas de operação e manutenção de tratores da Massey Ferguson e da apostila da Texaco sobre lubrificação. Todos estes com publicação somente impressa, faltando, portanto a sua forma digital para consulta, pois vivemos na era digital neste momento.

Não pretendemos aqui trazer novidade ou inovação, e sim disponibilizar aos estudantes a oportunidade de ter em mãos um conteúdo que possa ser útil em seus estudos na área das ciências agrárias, como a engenharia agrícola.

Esperamos, portanto o aproveitamento do conteúdo, e num futuro bem próximo a aplicação desse conhecimento em práticas proveitosas.

Pesq. Dr. Paulo Roberto Megna Francisco





INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

Generalidades

A Agricultura constitui um dos maiores e mais antigos ramos da atividade humana no mundo, desde que seus produtos, tanto de origem vegetal como animal, são básicos para a alimentação e vestuário do homem. Ela é, usualmente, definida como “a arte e ciência dedicadas à exploração de plantas e de animais domésticos, incluindo sua obtenção, seu preparo e sua colocação no mercado, à disposição do consumidor”.

A atividade agrícola, quando técnica e economicamente organizada, constitui uma empresa rural cujos bens e serviços, localizados fora das áreas urbanas, são denominadas como fazenda, estância, granja, sítio, etc. O trabalho humano, aplicado diretamente nas fazendas, varia, quantitativamente, com o grau de desenvolvimento das regiões consideradas. Comparando-se a força humana de trabalho empregada na Agricultura e o desenvolvimento das nações, observa-se uma proporcionalidade inversa. Tal fenômeno se explica, sobretudo, pelo aumento da capacidade de trabalho do homem através da racionalização e adoção de técnicas avançadas de exploração agropecuária propiciadas pelo desenvolvimento geral do País. Em decorrência desse desenvolvimento e do progresso evolutivo da economia das nações, ocorre um aumento da taxa de crescimento das populações urbanas e de tendência de estabilização, quando não de redução, das populações rurais.

De acordo com dados estatísticos do IBGE, com o passar do tempo, existirá em nosso País um número cada vez maior de consumidores urbanos para cada produtor rural. Nessas condições, o necessário crescimento do volume das colheitas, em razão inversamente proporcional ao volume de mão-de-obra disponível para a Agricultura, apenas poderá ser obtido, pelo incremento da produtividade de cada agricultor, em cada fazenda.

É axiomático que a prosperidade das empresas rurais, em quaisquer país do mundo, está intimamente relacionada com os esforços desenvolvidos para aplicar, na Agricultura, os avanços tecnológicos que se verificam em três importantes ramos do saber: a biologia, a engenharia e a economia. Resumidamente, o papel que desempenham essas três ciências na Agricultura é o seguinte:

Biologia — Responde à pergunta “Que se deve fazer?”. É através dessa ciência que sabemos como as plantas e os animais se reproduzem e transmitem a herança genética; como se alimentam e produzem os frutos, os grãos, a carne, a lã, o leite e os ovos; como as pragas e moléstias vivem e atacam as plantas cultivadas e os animais domésticos; enfim, é a biologia que fornece os elementos essenciais para o estabelecimento “daquilo que deve ser feito a fim de se obter um desejado comportamento de plantas e animais”. Tal comportamento se relaciona com mais produção, maior resistência as pragas e moléstias, menores exigências ambientais, melhor qualidade dos produtos etc. É a área abrangida pela Botânica, Zoologia, Genética, Entomologia, Fitopatologia, Zootecnia, etc.

Engenharia — Responde à pergunta “Com que fazer?”. Para isso, estuda e desenvolvem meios e técnicas de aplicação dos materiais e forças da natureza, a fim de, através de equipamentos,

instalações, máquinas, implementos e ferramentas, “tornar realidade o que foi preconizado pela Biologia”. A Engenharia abrange tanto os aspectos diretamente relacionados com a execução das operações agrícolas como os problemas de criação de condições ambientais propícias ao desenvolvimento de animais e plantas; é um campo executivo, dinâmico, envolvendo estudos de forças, de movimentos, de tempos, de materiais, de máquinas e implementos, etc.

Economia — Responde à pergunta “Como fazer eficientemente?”. Frente às proposições da Biologia e engenharia, “estabelece as diretrizes que conduzem ao máximo de rendimento útil com um mínimo de dispêndio, inclusive de tempo”.

Dada à natureza de suas exteriorizações, a Agricultura aparenta ser um ramo de atividade eminentemente biológico. Entretanto, ela envolve problemas de Engenharia e Economia em igual magnitude aos de caráter meramente biológico. Nos EUA, país onde a evolução da agricultura atingiu níveis sem precedentes na história, cerca de 80% das atividades diretamente relacionadas com a produção agropecuária envolve, de alguma forma, problemas de Engenharia.

A avaliação do verdadeiro significado da Engenharia para a agricultura exige um conhecimento melhor do objetivo fundamental dessa ciência. Ela tem sido definida como “a arte ou a ciência do emprego de materiais e forças da natureza em benefício do homem e de organizar e dirigir a atividade humana em sua utilização”. Subdivide-se em vários ramos: Civil, Mecânica, Química, Aeronáutica, Naval, Minas-Metalurgia, Agrícola, etc.

Engenharia Agrícola, “constitui a aplicação de qualquer um dos ramos da Engenharia, até onde ele possa ser utilizado, na exploração agrícola, na vida rural, no processamento de produtos agrícolas na fazenda e em atividades correlatas, tais como o controle da malária e a conservação da vida silvestre”. De acordo com o seu campo de aplicação, ela se ramifica em várias áreas de especialização, tais como: Eletrificação Rural; Topografia e Aerofotogrametria; Construções Rurais; Mecânica e Mecanização; Controle Ambiental; Conservação do Solo e da Água; Irrigação e Drenagem; Processamento dos Produtos Agrícolas, etc.

Mecânica e Mecanização são ramos da Engenharia Agrícola que, embora estreitamente vinculados, diferenciam-se por seus objetivos básicos. A Mecânica Agrícola, através da aplicação dos princípios da Mecânica, preocupa-se com a concepção, o projeto, a construção, os ensaios e o desenvolvimento de máquinas e implementos para fins agrícolas. A Mecanização Agrícola tem por objetivo fundamental racionalizar a utilização das máquinas, estudando-as de maneira aplicada.

Mecanização Racional

Mecanizar, racionalmente, as operações agrícolas constituem o objetivo básico do estudo da Mecanização Agrícola. Entende-se por mecanização racional o emprego de um conjunto ou sistema de máquinas, inclusive as de tração animal e as ferramentas operadas manualmente, de forma técnica e

economicamente organizada, na execução das tarefas exigidas pela produção agrícola, visando obter o máximo de rendimento útil com um mínimo de dispêndio de energia, tempo e dinheiro.

“É um sistema de organização econômica que deve provocar o acréscimo do bem-estar social pelo abaixamento dos preços, pelo aumento da quantidade e pelo melhoramento da qualidade dos produtos. É racional o sistema de organização que, em determinadas condições de ambiente, meios e pessoas, atinge mais facilmente e, portanto, mais economicamente, os objetivos a que se aplica. Saber agir de modo eficiente”.

A finalidade precípua das máquinas, implementos e ferramentas, nas atividades agropecuárias, são perfeitamente definidas como “executar operações agrícolas”. É, portanto, o correto emprego da maquinaria agrícola que se associa, intimamente, à racionalização do trabalho de produção agropecuária. É praticamente impossível fazer mecanização racional quando o trabalho de produção agrícola se acha desorganizado, realizado a esmo, sem qualquer planejamento prévio.

Conceituações sobre Operações Agrícolas

O trabalho de produção agrícola, em sua maior parte, é realizado por etapas cronologicamente distintas, uma vez que está sujeito à periodicidade, tanto das condições climáticas como das fases de desenvolvimento e produção das plantas e dos animais domésticos. Essas etapas do trabalho de produção agrícola, que ocorrem numa sequência ordenada, desde a instalação das culturas até a entrega dos produtos no mercado consumidor, recebem o nome de operações agrícolas. A terminologia da ABNT define operação agrícola como “toda atividade direta e permanentemente relacionada com a execução do trabalho de produção agropecuária”.

Entre os elementos essenciais à obtenção de um produto agrícola, tais como solo, clima, variedades selecionadas, fertilizantes, defensivos, etc., destacam-se como de fundamental importância os meios disponíveis para realizar as operações agrícolas. Na verdade, o adequado suprimento de produtos, em termos economicamente justificáveis, aos crescentes mercados consumidores — objetivo básico de uma agricultura desenvolvimentista — jamais poderá ser atingido na ausência de eficientes meios para execução das operações agrícolas.

Destacam-se, entre esses meios, as máquinas, os implementos e as ferramentas agrícolas. Desde a simples modificação da superfície do solo, visando reduzir a velocidade de escoamento das águas pluviais e controlar a erosão, até os complexos processos de beneficiamento dos produtos colhidos, são as máquinas, os implementos e as ferramentas, de presença indispensável.

A produção agrícola, desde a instalação das culturas até a obtenção dos produtos em condições de serem comercializados, envolverá sempre a execução das seguintes operações:

- Preparo do solo, inicial e/ou periódico;
- Semeadura, plantio e transplante;
- Aplicação de fertilizantes e de corretivos;
- Cultivo e irrigação;

- Aplicação de defensivos;
- Colheita, carregamento e transportes;
- Secagem e beneficiamento; e
- Armazenamento e conservação.

A execução de cada uma dessas operações, também comumente denominadas Práticas Agrícolas, exige uma metodologia especial de trabalho. Por essa razão, no estudo das máquinas e implementos, geralmente, procura-se agrupá-las de acordo com o tipo de operação a que se destinam.

As operações agrícolas são constituídas de uma série de eventos que se desencadeiam, a partir de uma condição inicial, para atingir uma condição final desejada. Quando uma parcela significativa desses eventos resulta de uma ação mecânica, dizemos que a operação é mecanizada. De outro lado, quando tais eventos provêm de uma ação manual, a operação é denominada manual. Por exemplo, a operação cuja condição inicial é “espigas de milho presas ao colmo”, e, condição final, “grãos de milho ensacados”, será mecânica quando efetuada por uma colhedora espigadora debulhadora, e, manual, na ausência dessa máquina.

Atualmente, a maioria das operações agrícolas pode ser considerada como mecanizadas, embora comportem sempre uma ação manual, associada ao controle ou manejo da máquina utilizada. Essa ação manual constitui, na maioria dos casos de máquinas agrícolas, uma reação de realimentação dos controles (*feedback*), procurando fazer com que o efeito resultante da ação mecânica seja o mais próximo possível ou se mantenha dentro de limites preestabelecidos, da condição final desejada.

Assim, a função do operador ou tratorista é comparar duas impressões e manejar a máquina, de maneira que se reduza a diferença ou erro entre ambas.

Máquinas, Implementos e Ferramentas

Os termos máquina, implemento e ferramenta, embora sejam comumente empregados como sinônimos, do ponto de vista da Mecânica Agrícola têm significados diferentes e aplicação especial, a saber:

Máquina — Conjunto de órgãos, constrangidos em seus movimentos por obstáculos fixos e de resistência suficiente para transmitir o efeito de forças e transformar energia. Assim, do ponto de vista da Mecânica Agrícola, tanto o motor do trator, como um arado, são considerados máquinas, no primeiro há transformação de energia, no segundo, apenas transmissão do efeito de forças.

Implemento – Conjunto constrangido de órgãos que não apresentam movimentos relativos nem tem capacidade para transformar energia, seu único movimento é o deslocamento, normalmente imprimido por uma máquina tratora. Cultivadores, arados de aivecas, grades de dentes, subsoladores, são alguns exemplos de implementos.

Ferramenta — Implemento em sua forma mais simples, constituindo a parte ativa de outro implemento ou máquina (ferramenta ativa ou órgão ativo) e, como é geralmente designada na prática, apetrechos manuais como a enxada, a foice, o machado, etc.

Do ponto de vista da Mecanização Agrícola, cujo objetivo é o emprego racional de maquinaria agrícola, máquinas, implementos e ferramentas são apenas entes mecânicos executores de operações. Ela não se preocupa com os materiais empregados na construção, a forma e disposição dos órgãos ativos, as forças que neles atuam etc., mas tão somente com a capacidade de trabalho, em seus aspectos quali-quantitativos, os tempos e os custos envolvidos.

Entre as razões que determinam o aparecimento de diferentes tipos, marcas e modelos de máquinas agrícolas podem ser enumeradas as seguintes:

- Determinadas operações, então executadas com ferramentas manuais ou implementos de tração animal, passam a tornarem-se antieconômicas ou fator limitante na expansão das áreas cultivadas;
- Quando ocorre escassez ou elevação do custo da mão-de-obra disponível para execução em larga escala de determinadas operações;
- Os métodos convencionais de exploração agropecuária começam a ser substituídos por outros, mais avançados e, portanto, mais exigentes em operações;
- Concorrência entre fabricantes de máquinas, que passem a desenvolver novos modelos, mais eficientes em termos qualitativos e econômicos,

As razões acima apontadas têm como denominador comum “a necessidade de ser realizada adequadamente uma operação”.

As regulagens, ao contrário, são realizadas em função das condições de trabalho, pelo próprio operador ou tratorista. Dentro dos limites de características da operação para a qual foi projetada a máquina, seu desempenho operacional depende, em grande parte, das regulagens que nela se efetuam. As regulagens estão diretamente associadas à qualidade do trabalho executado; suas especificações e maneira de execução devem constar dos manuais de instrução que acompanham a máquina no ato da aquisição. De maneira geral, quanto maior for o número e a amplitude das regulagens de uma máquina agrícola, maior sua versatilidade, isto é, sua capacidade em se adaptar às mais diversas condições operacionais. É por essa razão que as máquinas destinadas à experimentação apresentam um número de regulagens muito maior que aquelas normalmente encontradas nos modelos convencionais, de produção em série.

A versatilidade, todavia, tem um preço relativamente alto, pois exige operadores capacitados, que possam bem explorar os recursos de regulagens oferecidos. Máquina menos versátil, mais específica, com menor número de regulagens, evidentemente, serão menos suscetíveis às falhas cometidas por operadores. Por conseguinte, a escolha da máquina ideal resulta sempre num

compromisso entre versatilidade e simplicidade de manejo.

Estudo das Máquinas Agrícolas

Numa primeira aproximação ao assunto, inicialmente devem ser considerados os tipos de problemas encontrados com mais frequência no estudo das máquinas e implementos agrícolas. Apesar da ampla variedade, tais problemas podem ser agrupados da seguinte forma:

- Concepção e desenvolvimento de um novo tipo de máquina;
- Aprimoramento de uma máquina, desenvolvimento de um novo modelo a partir de máquinas já existentes, ou alterações de projeto visando reduzir os custos de fabricação;
- Ensaio comparativos de diversas máquinas ou ensaios para avaliar o desempenho de uma máquina em particular;
- Pesquisa de problemas fundamentais, não especificamente relacionados com uma máquina em particular, tal como estudos de mecânica de solos relacionados com as operações de aração, gradagem, etc.; e
- Estudos orientados para a melhoria das condições de utilização das máquinas. Por exemplo, ensaios visando encontrar condições de regulação e manejo que minimizem perdas de produto e de tempo, estudos sobre planejamento e controle, etc.

Os quatro primeiros problemas descritos pertencem especialmente ao campo da Mecânica Agrícola. No último item são relacionados problemas de aplicação da máquina que dizem respeito à Mecanização Agrícola.

Do ponto de vista didático, as máquinas agrícolas podem ser estudadas sob os seguintes aspectos:

- Estudo orgânico ou descritivo;
- Estudo dinâmico;
- Estudo agrícola ou operacional; e
- Estudo econômico.

O estudo orgânico envolve uma análise detalhada das partes constituintes (nomenclatura, forma, dimensões, material de construção, etc.), suas respectivas funções e a descrição do princípio de funcionamento da máquina. O estudo orgânico é feito através de práticas de desmontagem e montagem, de desenho das partes constituintes e de levantamento das características dimensionais e ponderais da máquina.

O estudo dinâmico constitui, em sua essência, a aplicação dos princípios e leis da Mecânica às máquinas agrícolas. Através do estudo dinâmico, o funcionamento das máquinas é explicado à luz dos conceitos fundamentais da estática, cinemática e dinâmica. Esse estudo poderá ser conduzido sob dois aspectos: teórico e experimental. Para o estudo teórico é feita uma série de abstrações e aplicados os

métodos de estudo da Mecânica Racional. O estudo experimental geralmente abrange aspectos relacionados com a mensuração e a análise das forças envolvidas, a resistência dos materiais, a mecânica dos fluidos, etc.

O estudo agrícola ou operacional é feito considerando a máquina como ente executor de uma operação agrícola, isto é, a máquina é analisada do ponto de vista do trabalho que executa e não dos quantitativos, o estudo agrícola preocupa-se em definir, a partir de considerações teóricas, de abstrações e de experimentação, parâmetros de desempenho operacional. Por outro lado, é através do estudo agrícola que se procura racionalizar o emprego das máquinas, planejando suas ações e controlando o trabalho por elas executado.

O estudo econômico abrange a apropriação e análise dos custos envolvidos no trabalho da maquinaria agrícola. Um aspecto importante a ser considerado no estudo econômico das máquinas agrícolas é aquele relacionado com a economia de tempos e movimentos, de significativa influência sobre o custo do trabalho mecanizado.



ANÁLISE OPERACIONAL

Introdução

A racionalização da mecanização agrícola de empreendimentos agropecuários é um processo que se desenvolve a partir das respostas dadas às seguintes perguntas:

- Que fazer?
- Como fazer?
- Quando fazer?
- Com que fazer?

Inicialmente, é necessário saber o que fazer, isto é, caracterizar as operações agrícolas a serem realizadas e a maneira de executá-las. A seguir, estabelecem-se quando elas devem ser feitas, isto é, ordená-las cronologicamente em função das condições climáticas e das fases de desenvolvimento das plantas. E com base nessas informações que se procura responder à última pergunta: “Com que fazer?” Trata-se da escolha de máquinas, implementos e ferramentas que executem, da melhor maneira e no tempo estabelecido, as operações agrícolas programadas.

A definição das operações requeridas para obtenção de um produto agrícola e sua ordenação cronológica constituem um dos principais objetivos da análise operacional.

Ela fundamenta-se no fato de que qualquer trabalho de produção agrícola é caracterizado por:

- a) Ser realizado em etapas;
- b) Essas etapas se distinguem cronologicamente; e
- c) Ser feito em função da periodicidade das condições climáticas e das fases de desenvolvimento de plantas e animais.

Com base nessas características, a análise operacional procura desenvolver técnicas de previsão, planejamento, controle, coordenação, etc., das atividades, visando obter o máximo de rendimento útil de todos os recursos disponíveis, com o mínimo de dispêndio.

Estudo das Operações Agrícolas

Uma operação agrícola constitui toda e qualquer atividade direta e permanentemente vinculada ao trabalho de produção agropecuária, e seu estudo, através da análise operacional, é importante não só para a Mecanização como também para a Mecânica Agrícola.

Do ponto de vista da Mecanização Agrícola, o estudo das operações permite a eleição de critérios racionais de escolha e manejo das máquinas, implementos e ferramentas que irão executá-las. Para a Mecânica Agrícola, evidenciam importantes aspectos para o projeto, desenvolvimento e aprimoramento de órgãos ativos, de mecanismos, de implementos, etc.

O estudo completo de uma operação agrícola envolve considerações sobre:

- a) Aspectos técnicos;
- b) Tempos consumidos; e

c) Custos envolvidos em sua execução.

Consideremos, por exemplo, a operação de aplicação de defensivos numa cultura sob seus três ângulos de enfoque:

Aspectos técnicos: envolvem considerações sobre dosagem a ser empregada, local e tipo de aplicação, máquinas a serem usadas, etc.

Tempo consumido: abrange as datas prováveis de início e término da execução da operação, a capacidade e eficiência de campo das máquinas utilizadas, etc.

Custo da operação: envolve a avaliação do custo-hora e do desempenho econômico da maquinaria empregada, as despesas com defensivos, etc.

Fluxogramas

Fluxograma é uma técnica de análise operacional que emprega diagramas para indicar a direção de fluxo de materiais ou os caminhos seguidos numa sequência de operações.

Os fluxogramas são utilizados, principalmente, nas seguintes situações:

- a) Levantamento de métodos, condições ou situações existentes;
- b) Planejamento de atividades ou operações a realizar; e
- c) Programação de modificações a introduzir num método de trabalho.

A elaboração de um fluxograma envolve os seguintes passos:

- 1) Execução de um diagrama de blocos, onde são caracterizadas as etapas a percorrer na realização da operação analisada;
- 2) Preparo do fluxograma, onde as etapas são relacionadas de forma ordenada, segundo direções preestabelecidas; e
- 3) Elaboração do mapa de/para, focalizando os aspectos quantitativos do diagrama de fluxo, ampliando o alcance do fluxograma.

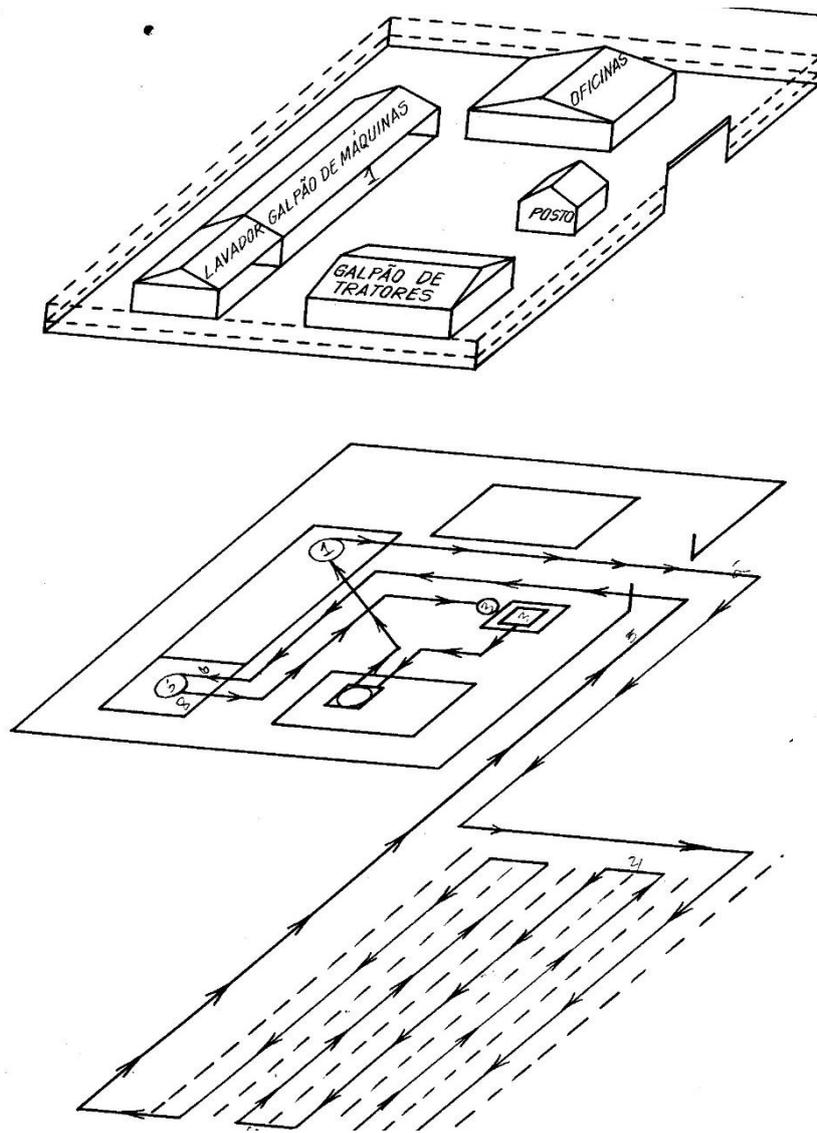


Figura 1. Mapofluxograma do movimento de um trator com implemento e operação agrícola.

Fonte: Mialhe (1974).



ESTUDOS DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS

Introdução

Os movimentos e os tempos constituem elementos básicos para quantificação do trabalho desenvolvido pela maquinaria agrícola. Por essa razão, esse assunto merece especial atenção em Mecanização Agrícola.

O estudo de movimentos e de tempos é definido como “O estudo sistemático dos processos de trabalho com os seguintes objetivos”:

- 1) Desenvolver o método adequado, usualmente aquele de menor custo;
- 2) Padronizar esse método;
- 3) Determinar o tempo gasto na execução de uma tarefa específica ou operação; e
- 4) Orientar o treinamento dos operários, no método preferido.

Distinguem-se, assim, duas partes importantes no estudo de movimentos e de tempos:

- Estudo de movimentos, que envolve a análise dos métodos de trabalho; e
- Estudo de tempos, abrangendo o dos tempos-padrões e o dos tempos-máquinas.

Análise de Métodos

Num sentido mais amplo, todo empreendimento agropecuário se preocupa com a criação de bens de consumo, através de um processo de produção que utiliza homens, máquinas e materiais. O estudo desse processo deve visualizar cada operação agrícola de per si, mas sempre as considerando como elementos integrantes de um processo global de produção. Por exemplo, um estudo para determinar qual o melhor método de aração (análise de operação), será prejudicado se as glebas ou campos de trabalho da fazenda não forem demarcados segundo critérios racionais; o melhor método a adotar no terraceamento, visando à conservação do solo, não poderá ser obtido sem levar em conta as condições de trafegabilidade de colhedoras; a seleção de um método de irrigação não poderá ignorar sua relação com os métodos de preparo do solo, de cultivo e aplicação de defensivos, etc. Para isso, a análise de métodos deve utilizar o procedimento denominado Sistema Geral de Solução de Problemas, composto das etapas seguintes:

- a) Definição do Problema. Formulação do problema, de acordo com o critério abaixo:
 - Separar o problema do todo, individualizando-o;
 - Descrevê-lo, claramente, sem fazer qualquer consideração sobre “como está sendo” ou “como poderia ser” resolvido;
 - Verificar se o problema, realmente, merece consideração;
 - Se merecer, levantar dados sobre a magnitude de sua importância; e
 - Fazer uma previsão de tempo, para encontrar uma solução.

- b) Análise do Problema. Obtenção de dados e determinação das especificações e restrições, de acordo como o seguinte critério:

- Verificar as especificações técnicas e econômicas a serem satisfeitas;
- Verificar as restrições impostas pelos vários fatores vinculados ao problema;
- Descrever como estão sendo superadas as dificuldades que dão origem ao problema; e
- Examinar os problemas secundários gerados pelas tentativas atuais de superar as dificuldades.

c) Pesquisas Para Possíveis Soluções. Desenvolver estudos visando encontrar soluções, a partir do seguinte critério:

- Investigar a causa básica e verificar se é possível removê-la, eliminando completamente o problema;
- Investigar causas secundárias, que talvez permitam a eliminação de uma parte do problema; e
- Explorar as várias maneiras que poderão conduzir a uma solução do problema.

d) Avaliação de Alternativas. Determinar qual a solução preferível, considerando as alternativas:

- Método que forneça o menor custo e exija o menor capital;
- Método que forneça a melhor qualidade ou a menor perda;
- Método que permita a maior produção; e
- Método que satisfaça melhor às especificações técnicas e econômicas preestabelecidas.

e) Recomendação Para Ação. Desde que nem sempre quem resolveu o problema é quem irá aplicá-lo na prática, ou dar a aprovação final para sua execução, torna-se necessário relatar a solução de forma adequada. Esse relato poderá ser oral ou escrito, e, neste último caso, deverá satisfazer aos seguintes requisitos:

- Ser feito de maneira lógica e direta;
- Incluir gráficos, diagramas, fotografias, etc.;
- Ser facilmente acompanhado e entendido;
- Indicar a fonte de todas as informações; e
- Especificar qualquer suposição claramente como tal.

Atividades Homem-Máquina

Apesar de o fluxograma e o mapofluxograma ilustrarem as diversas etapas de um processo operacional, frequentemente é desejável o estudo particularizado do processo, principalmente dos pontos que envolvem relações entre operadores e máquinas. Geralmente, o estudo de tais relações é feito em função de uma escala de tempos, dando origem ao denominado gráfico de atividade ou gráfico homem-máquina.

Em Mecanização Agrícola, as principais atividades que envolvem relações homem-máquina

são:

- Acoplamento e desacoplamento de máquinas e implementos às fontes de potência (tratores e animais domésticos);
- Abastecimento de combustível em tratores e motores ou de sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas;
- Lubrificação de máquinas e implementos;
- Regulagens de máquinas e implementos;
- Alimentação de mecanismos semi-automáticos; e
- Manejo de máquinas no campo.

Métodos de Percurso no Campo

Para serem executadas, inúmeras operações agrícolas exigem deslocamentos de forma ordenada das máquinas nas glebas, sobre toda a extensão da superfície do terreno. É o caso de máquinas de preparo do solo, de plantio, de cultivo, de aplicação de defensivos e de colheita. O estudo da distribuição dos percursos seguidos por essas máquinas nos campos de cultura, visando à economia de movimentos e de tempos, é de grande valia num programa de mecanização.

Os campos de culturas, embora se apresentem com os mais variáveis formatos, poderão ser enquadrados num dos seguintes modelos geométricos básicos: retângulo, quadrado, trapézio, triângulo e faixas sinuosas. Além do modelo geométrico, outro fator a ser considerado no estudo da distribuição de percursos é a declividade do terreno. O sentido de tráfego de máquinas, bem como o alinhamento das culturas em fileiras, será aquele em nível, isto é, segundo uma direção perpendicular à linha de declividade máxima.

Entre as operações agrícolas envolvidas na instalação e condução de uma cultura, a de preparo periódico do solo é a de maior significância com relação a métodos de distribuição de percursos no campo. Por essa razão, ela será tratada, a seguir, em maior profundidade.

Consideremos, inicialmente, a terminologia geralmente empregada para descrever certas particularidades das operações de preparo periódico do solo (aração, gradagem, etc.):

Campo de cultivo: glebas de terra resultantes da subdivisão da área da propriedade agrícola por divisores naturais (rios, ribeirões, grotas, valos, etc.) ou artificiais (estradas, cercas, quebra-ventos, carregadores, etc.), cuja demarcação e caracterização visam a fins administrativos e de exploração econômica.

Talhões: parcelas dos campos de cultivos que são efetivamente mobilizadas através das operações de preparo periódico do solo e que serão, futuramente, ocupadas pelas plantas da cultura a ser instalada.

Carregadores: vias de acesso e/ou divisores de talhões, que se interligam entre si e com as estradas da

propriedade, permitindo livre trânsito de veículos e máquinas.

Cabeceiras: faixas de terreno deixadas em cada extremidade do talhão, imediatamente antes da margem dos carregadores, para giro de máquinas (o giro de certos tipos de máquinas no carregador poderá danificar seu leito carroçável); as cabeceiras são mobilizadas à parte, após o término da operação no talhão; quando se utilizam os carregadores para giros de cabeceira (caso de máquinas montadas e de engate de três pontos) as áreas de cabeceiras deixam de existir.

Leira: faixa estreita de terreno deixada de cada lado do talhão (entre a borda deste e a margem do carregador), desde uma cabeceira à outra; tem por finalidade manter a largura dos carregadores e evitar a destruição de seus sangradores e canais de escoamento de água; em certos casos, as leiras são deixadas para facilitar o alinhamento do percurso principal das máquinas (caso de talhões com bordos muito irregulares), sendo mobilizadas posteriormente em operação à parte.

Faixa ou passada: faixa de terra mobilizada pela máquina de preparo do solo durante o seu deslocamento através do talhão, cuja largura é determinada pela largura de corte dos órgãos ativos e cujo comprimento é determinado pela distância de uma cabeceira à outra.

Faixa morta: faixa ou passada cujo comprimento é menor que a distância entre cabeceiras do talhão; ocorre quando não há paralelismo entre as direções das leiras e das passadas.

Leiva: fatia de solo cortada e invertida pelos órgãos ativos dos arados; o corte e o tombamento de uma leiva resultam no aparecimento de um sulco a ser preenchido pelo tombamento da leiva seguinte.

Soleira: fundo do sulco, originado pelo corte e inversão da leiva.

Muralha: parte lateral do sulco, oposta à leiva e acima da soleira.

Sulco morto: sulco deixado pelo tombamento da última leiva do talhão; também designação dada a uma depressão do terreno arado, motivada pela coincidência de duas passadas adjacentes do arado, tombando a leiva para lados opostos, ao longo de uma mesma linha, essa depressão também poderá ser produzida por grades de discos (as grades, cujos corpos apresentam o último disco externo de menor diâmetro que os demais, não deixam sulcos mortos no terreno).

Camalhão: elevação do terreno arado, motivada pela coincidência de duas passadas adjacentes do arado, tombando as leivas uma contra a outra. Ao longo de uma mesma linha, do ponto de vista prático, o camalhão consiste numa situação inversa a do sulco morto.

Banco: faixa de terra não mobilizada, ou parcialmente mobilizada entre as passadas sucessivas ou entre as faixas mobilizadas pelos órgãos ativos do arado; algumas vezes, todavia, a largura do corte da máquina é também denominada, impropriamente, banco.

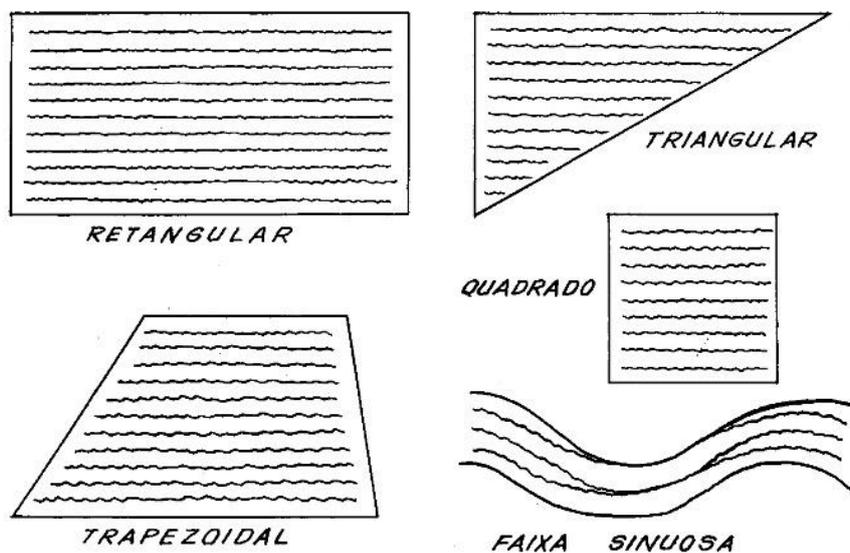


Figura 1. Modelos geométricos de talhão. Fonte: Mialhe (1974).

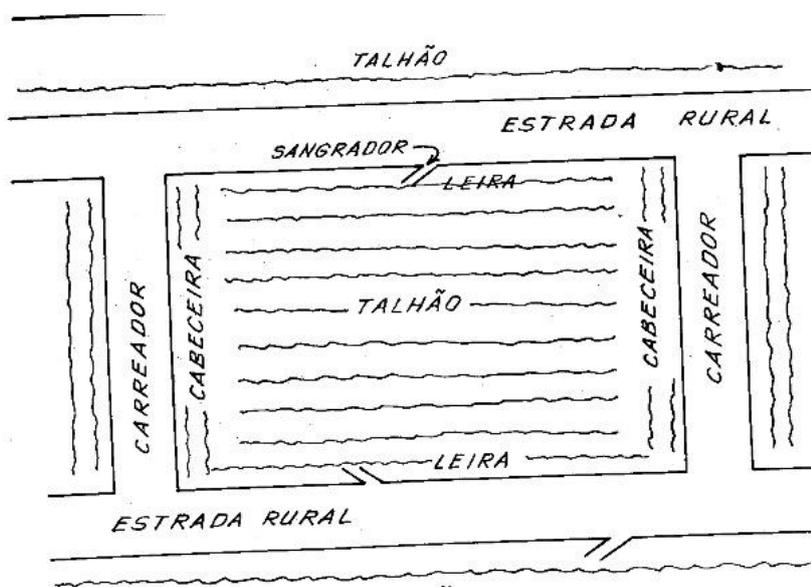


Figura 2. Nomenclatura. Fonte: Mialhe (1974).

Ciclos Operativos de Campo

Dá-se o nome de ciclos operativos de campo ou ciclos de operação aos percursos sucessivos que a máquina descreve no campo, segundo uma mesma orientação. O 1.º ciclo operativo inclui as distâncias percorridas do ponto A até ao ponto E; o 2.º ciclo operativo inicia-se no ponto E, e finda no ponto 1, e assim sucessivamente, até que todo o talhão tenha sido percorrido pela máquina.

O ciclo operativo apresenta duas características básicas: a) direção e b) sentido. No caso da figura a direção é única (ciclo unidirecional) e o sentido é horário (ciclo horário). O ciclo é bidirecional

quando a máquina executa dois percursos em direções diferentes durante o ciclo, como no caso de pá carregadora frontal (um percurso para apanhar material e, outro, geralmente perpendicular ao primeiro, para descarregar o material no veículo de transporte). O sentido do ciclo poderá ser horário ou anti-horário, conforme acompanhe ou não o movimento dos ponteiros do relógio. Há casos, entretanto, que o ciclo é unidirecional e apresenta dois sentidos opostos, como ocorre com lâminas empurradoras frontais (tipo buldozer ou angledozer).

Existe, ainda, um terceiro caso de ciclo operativo unidirecional, cujo sentido é indeterminado, denominado ciclo operativo unidirecional aberto. Distinguem-se, assim, duas categorias de ciclo operativo unidirecional: fechado (de sentido horário ou anti-horário) e aberto.

No caso de operação com arados, o último corpo (disco ou aiveca) deixa sempre um sulco aberto, onde irá alojar-se a primeira leiva a ser invertida, na passada seguinte. A necessidade desse sulco livre, após cada passada do arado, é fator limitante do sentido do ciclo operativo, quando se trata de arados fixos. Como se observa, tanto no sistema de aração em faixas alternadas (com percurso de cabeceira) como no de faixa contínua (sem percurso de cabeceira), a posição do sulco é determinada pelo sentido do ciclo operativo.

No caso de arados reversíveis, que possibilitam a inversão das leivas para ambos os lados (os arados fixos fazem essa inversão apenas para o lado direito da direção de deslocamento, a posição dos corpos é assumida em função da direção do ciclo operativo).

A exceção dos arados fixos, os ciclos operativos de campo das demais máquinas agrícolas são geralmente limitados por fatores associados ao funcionamento de seus órgãos ativos. A análise dos ciclos operativos para essas máquinas assume importância no que diz respeito à minimização dos percursos mortos ou percursos de cabeceiras e manobras nos cantos dos talhões, a fim de aumentar a eficiência do trabalho das máquinas no campo. A título ilustrativo é feita a seguir uma análise do ciclo operativo de uma grade, operando pelo sistema de faixas alternadas.

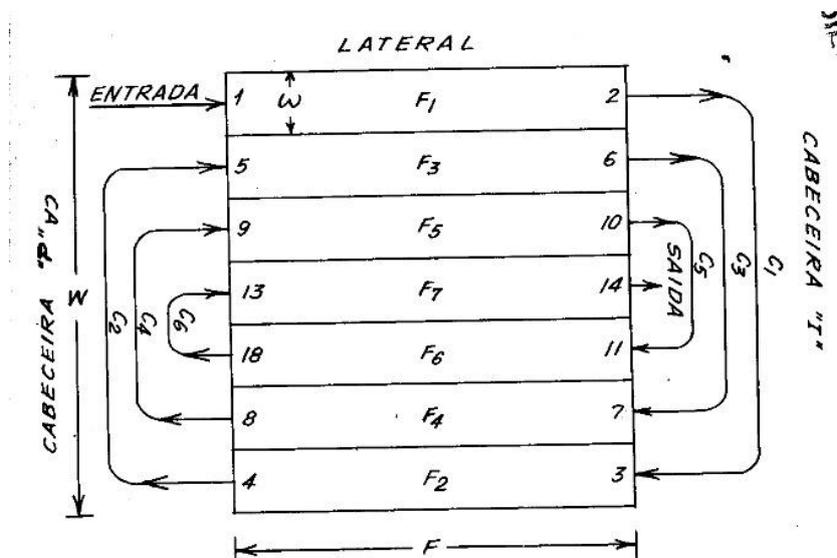


Figura 3. Ciclo operativo. Fonte: Mialhe (1974).

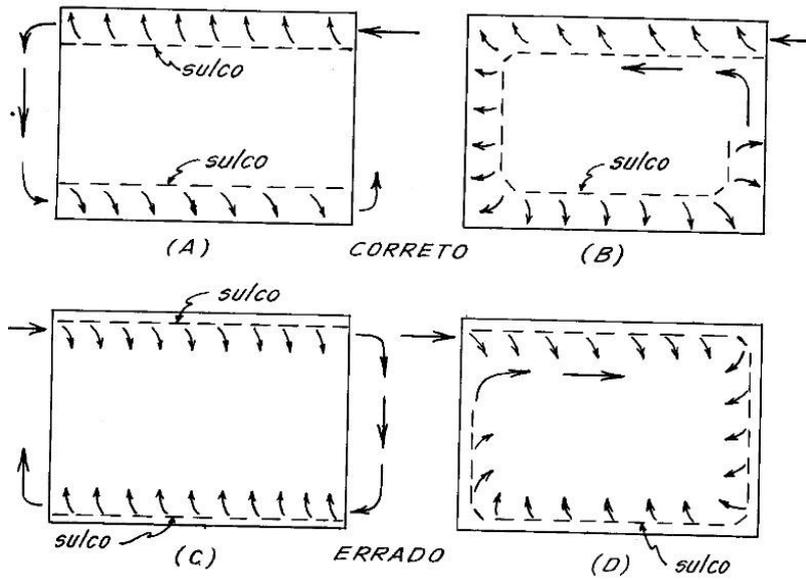


Figura 4. Ciclos unidirecionais. Fonte: Mialhe (1974).

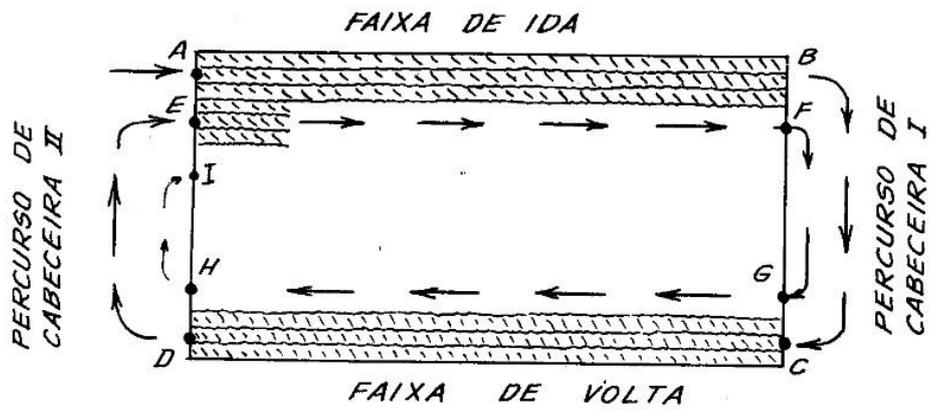


Figura 5. Ciclo operacional. Fonte: Mialhe (1974).

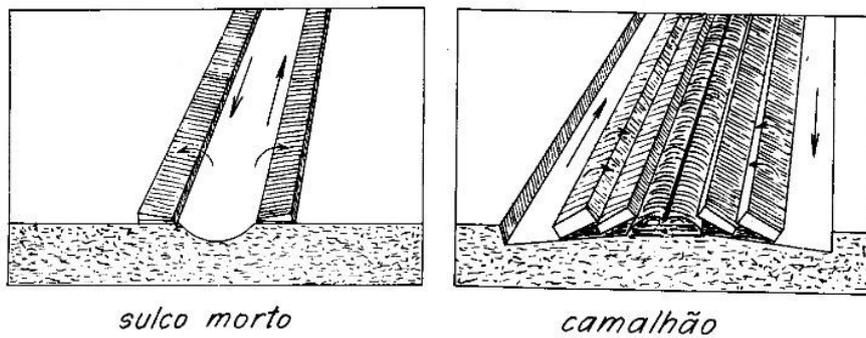


Figura 6. Camalhão e sulco morto. Fonte: Mialhe (1974).



SISTEMAS MOTOMECANIZADOS AGRÍCOLAS

Introdução

Denomina-se sistema motomecanizado agrícola um conjunto de tratores, máquinas e implementos agrícolas cuja atividade, técnica e economicamente organizada, visa à prestação de serviços. No âmbito de uma organização maior, constitui uma unidade de relativa independência econômica.

Destina-se à prestação de serviços motomecanizados nas explorações agropecuárias, em caráter público ou privado. Quando de caráter privado, pertencente à empresa rural, é geralmente designado como serviço motomecanizado. Quando atende uma comunidade, é geralmente denominado Posto de Mecanização, Patrulha Mecanizada, cooperativa agrícola, etc.

De acordo com suas finalidades, os SMA — Sistemas Motomecanizados Agrícolas podem ser:

- De caráter fomentista;
- De caráter supletivo;
- Executivo privado.

Os SMA de caráter fomentista têm por objetivo o fomento da tratorização em determinadas regiões e a consequente expansão das áreas de cultivo intensivo. O que se pretende com a instalação de SMA fomentista é:

- Criar condições que possibilitem aos agricultores de determinada região, familiarizar-se com o uso de máquinas tratorizadas;
- Ampliar a capacidade de trabalho dos agricultores, possibilitando-lhes cultivar áreas cada vez maiores;
- Preparar, técnica e economicamente, os agricultores de determinada região para, a curto e a médio prazo, tornarem-se proprietários de tratores e respectivos implementos.

Os SMA de caráter supletivo atuam de forma complementar com relação aos SMA das propriedades, isto é, em suas atividades incluem-se tão somente os trabalhos ou operações que não podem ou não devem ser executadas pelos tratores e máquinas convencionais, das fazendas. O que se pretende com a instalação de um SMA supletivo é:

- Reduzir áreas ociosas, isto é, áreas que não estão sendo cultivadas por exigir operações de preparo inicial do solo, que requerem máquinas ou equipamentos mais especializados, com características mais industriais do que agrícolas;
- Evitar que recursos financeiros sejam imobilizados na aquisição de máquinas cuja capacidade operacional não possa ser plenamente atingida, gerando condições de subutilização de máquinas e sobre capitalização da empresa rural; e
- Desviar recursos que seriam aplicados em máquinas de presença não necessariamente obrigatória, para aplicação em outros insumos que mais diretamente dizem respeito à produção (sementes, fertilizantes, defensivos etc.) ou para inversão em benfeitorias na

fazenda (casas, galpões, cercas, estábulos, etc.).

Os SMA de caráter executivo privado são os responsáveis pela execução das operações agrícolas de uma empresa rural. Fazendo parte de sua organização, o SMA atua de forma integrada no contexto de atividades do programa de produção da empresa. Nesse caso, o que se pretende, é:

- Execução das operações normalmente exigidas pelo programa de produção de uma empresa agrícola, isto é, preparo do solo, semeadura, adubação, cultivo, aplicação de defensivos, etc.; e
- Aproveitamento máximo do potencial de trabalho das máquinas, no esforço conjunto de aumentar qualitativa e quantitativamente a produção agrícola, sob condições de baixos custos operacionais, facilitando a comercialização dos produtos e permitindo acréscimos na rentabilidade do empreendimento.



DESEMPENHO OPERACIONAL DA MAQUINARIA AGRÍCOLA

Introdução

O estudo das operações agrícolas visa racionalizar o emprego das máquinas, implementos e ferramentas na execução das operações agrícolas. Para isso, é necessário não apenas o estudo analítico das operações, a fim de determinar “o que fazer” e “quando fazer”, através da análise operacional. Também, a “criteriosa seleção de métodos” e a “escolha de espécimes mais adequados” a cada situação é outro importante aspecto focalizado no estudo da Mecanização Agrícola.

A mecanização racional do empreendimento agropecuário é focalizada, do ponto de vista didático, em três planos: inicialmente, são caracterizadas as operações a realizar, isto é, “definimos o que fazer”; em segundo lugar, escolhemos os métodos e as máquinas, isto é, estabelecemos “como” e “com que fazer”; por fim, executamos as operações, isto é, “fazemos”! Essa sequência e os elementos de estudo envolvidos.

Denomina-se desempenho operacional um complexo conjunto de informações que definem, em termos qualiquantitativos, os atributos da maquinaria agrícola quando executam operações sob determinadas condições de trabalho. Essas informações podem ser agrupadas da seguinte forma:

- a) Características operacionais: abrangendo dados relativos à qualidade e à quantidade de trabalho desenvolvido pela maquinaria, sob determinadas condições de trabalho;
- b) Características dinâmicas: abrangendo dados de potência requerida para acionamento e de velocidade de trabalho da maquinaria, sob determinadas condições de trabalho; e
- c) Características de manejo: focalizando os aspectos relacionados com as regulagens, a manutenção, as reparações, a estabilidade, etc.

Capacidade Operacional

Designa-se por capacidade operacional de máquinas e implementos agrícolas, a quantidade de trabalho que são capazes de executar na unidade de tempo. Constitui uma medida da intensidade do trabalho desenvolvido na execução de operações agrícolas. Na prática, a capacidade operacional tem sido designada erroneamente de “rendimento”, falando-se em rendimento do arado, rendimento da grade, rendimento da colhedora, etc. Tal designação deve ser evitada, pois rendimento tem um significado perfeitamente definido em Mecanização Agrícola, designa uma relação entre capacidades operacionais; é um parâmetro sem dimensão, geralmente expresso em termos percentuais. Por outro lado, rendimento em Mecânica Agrícola expressa uma relação entre trabalho útil e trabalho motor, cujo significado é totalmente diferente da capacidade operacional.

A capacidade operacional de máquinas e implementos agrícolas pode ser expressa pela relação:

$$\text{Capacidade operacional} = \frac{\text{Quantidade de trabalho executado}}{\text{Unidade de tempo}}$$

Tipos de Capacidade Operacional

Desde que a quantidade de trabalho e, o tempo considerado, sob vários aspectos, distingue-se diversos tipos de capacidade operacional. Assim, as capacidades operacionais da maquinaria agrícola podem ser classificadas da seguinte forma:

1) De acordo com o tipo de operação:

- Capacidade de campo Cc
- Capacidade de produção Cp
- Capacidade de manipulação Cm

2) De acordo com as dimensões dos órgãos ativos:

- Capacidade Teórica — CT

3) De acordo com o tempo considerado:

- Capacidade Efetiva — CE
- Capacidade Operacional — CO

Capacidade de campo — Cc. A capacidade de campo é aplicada a máquinas e implementos que, para executarem uma operação agrícola, devem deslocar-se no campo, cobrindo determinada área. Portanto, o trabalho executado, ou “produção”, é medido em termos de área trabalhada:

$$\text{Capacidade de campo} = \frac{\text{Área trabalhada}}{\text{Unidade de tempo}}$$

A Cc pode ser expressa em alqueires/dia, ha/dia, ha/minuto, m²/s, etc., dependendo das unidades adotadas para área e tempo.

A capacidade de campo teórica — CcT é obtida a partir de dados relativos às dimensões dos órgãos ativos da máquina, especificamente da largura de corte e da velocidade de deslocamento:

$$CcT = \text{largura de corte} \times \text{velocidade de deslocamento}$$

Quando a largura de corte é expressa em metros e a velocidade de deslocamento em metros por segundo, a CcT é apresentada em m²/s. Utilizando fatores de conversão de unidades pode-se expressar a CcT em ha/h, m²/minuto, a partir de dados de largura de corte em metros e velocidade de deslocamento em km/h.

A largura de corte é a medida na projeção, sobre um plano perpendicular a direção de deslocamento, da região abrangida pelo conjunto dos órgãos ativos. No caso de um arado, a projeção

dos bordos dos discos determina sua largura de corte.

A velocidade de deslocamento considerada na determinação de CcT é aquela correspondente ao limite máximo de velocidade sob a qual é possível realizar um trabalho adequado, sob condições operacionais definidas pelo fabricante da máquina. Por exemplo, no caso de arados, será a velocidade limite a partir da qual as leivas, ao invés de serem cortadas e invertidas, são atiradas à distância, deixando o terreno irregular e ondulado.

A capacidade de campo efetiva — CcE. Representa a capacidade efetivamente demonstrada pela máquina no campo. Representa a capacidade básica da máquina, isto é, a capacidade medida no campo durante certo intervalo de tempo:

$$CcE = \frac{\text{Área trabalhada ou produção}}{\text{Tempo de produção}}$$

Nesse caso a área trabalhada ou produção é medida no campo, diretamente sobre as faixas ou passadas que foram executadas pela máquina, durante o tempo de observação. O tempo de produção TPr é obtido cronometrando o tempo no qual a máquina efetivamente realizou a operação.

A CcE diferencia-se da CcT por incluir o efeito de certos fatores de campo, tais como a utilização parcial da largura de corte devido ao efeito de sobreposição entre passadas sucessivas e o uso de velocidades de deslocamento inferiores às aquelas que teoricamente poderia desenvolver. Assim, a CcE quase sempre resulta menor que a CcT, podendo, no máximo ser igual a ela.

A capacidade de campo operacional — CcO. Representa a capacidade da máquina ou implemento no campo que inclui os efeitos de fatores de ordem operacional. Esses efeitos são representados por tempos consumidos no preparo da máquina — TPe e em interrupções — TI, requeridos pelo próprio trabalho da máquina quando em operação no campo:

$$CcO = \frac{\text{Área trabalhada ou produção}}{\text{Tempo máquina}}$$

A área trabalhada, ou “produção”, é da mesma forma que no caso da CcE, medida no campo diretamente sobre as faixas ou passadas. O tempo máquina é um parâmetro que inclui três parcelas: TPe + TPr + TI

Capacidade de produção — Cp. A capacidade de produção é aplicada a máquinas móveis ou estacionárias, cujo trabalho produtivo ou “produção” é medido em termos de peso ou volume de produto que sofreu a ação dos órgãos ativos. É expressa pela relação:

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{\text{Peso ou volume de produto a ser trabalhado pelos órgãos ativos}}{\text{Unidade de tempo}}$$

O peso ou volume de produto trabalhado refere-se ao peso ou volume de produto que sai da máquina, isto é, produto que sofreu a ação de seus órgãos ativos. Por exemplo, no caso de uma bomba hidráulica, a capacidade de produção será expressa em litros por minuto ou metros cúbicos por hora; no caso de uma trilhadora, em sacos por hora; no caso de uma colhedora de milho, em kg/h, etc.

Da mesma forma que a capacidade de campo, a capacidade de produção poderá ser:

- Teórica - CpT: obtida em função das dimensões dos órgãos ativos;
- Efetiva - CpE: obtida por meio de determinações feitas com a máquina em operação, considerando o tempo de produção - TPr; e
- Operacional - CpO: obtida de forma idêntica a CpE, porém considerando o tempo máquina — TM.

Capacidade de Manipulação — Cm. A capacidade de manipulação tem aplicação semelhante à capacidade de produção, porém é usada de forma mais específica, para máquinas destinadas a separar materiais dissimilares ou provocar modificações no estado do produto agrícola. É o caso de beneficiadoras, classificadores, secadores, etc. É expressa pela relação:

$$\text{Capacidade de Manipulação} = \frac{\text{Peso ou volume de produto a ser trabalhado pelos órgãos ativos}}{\text{Unidade de tempo}}$$

O peso ou volume de produto considerado na Cm, é diferente daquele levado em conta na Cp. Enquanto, para a obtenção da Cp, considera-se o material que sai da máquina para obter Cm considera-se o material que penetra na máquina, isto é, material que será submetido à ação dos órgãos ativos.

De maneira semelhante à Cc e Cp, a capacidade de manipulação poderá ser teórica — CmT; efetiva — CmE, ou operacional — CmO, de acordo com o critério adotado para determinação do peso ou volume de produto a ser submetido aos órgãos ativos da máquina e para determinação do tempo consumido.

Há casos em que a capacidade operacional de máquinas e implementos fica perfeitamente definida apenas com a capacidade de campo, como é o caso de arados, grades, etc. Todavia, para certos tipos de máquinas, onde se aplica a capacidade de produção, esta poderá ser sensivelmente afetada, pelas condições da cultura onde opera. E o caso de combinadas que poderão apresentar grande variação na capacidade de produção Cp, quando comparada com a correspondente variação na capacidade de campo - Cc.

Rendimento Operacional

Designa-se por rendimento operacional de máquinas agrícolas, a relação entre capacidades operacionais da mesma natureza. É um parâmetro que indica as perdas provenientes do não aproveitamento integral da capacidade operacional da maquinaria. Entre os rendimentos operacionais, destacam-se dois como os mais importantes: o rendimento de campo teórico (RcT) e o rendimento de campo efetivo (RcE).

O rendimento de campo teórico — RcT — é expresso por:

$$RcT = (CcE / CcT) . 100$$

e estima ou indica as perdas de área trabalhada ou “produção” devida ao não-aproveitamento integral das dimensões dos órgãos ativos ou do potencial de largura de corte da máquina. É importante para o fabricante da máquina, pois o RcT revela o quanto está sendo realmente utilizado do tamanho dos órgãos ativos.

O rendimento de campo efetivo — RcE — é expresso por:

$$RcE = (CcO / CcE) . 100$$

e estima ou indica as perdas da área trabalhada ou “produção” devida aos tempos consumidos em preparo da máquina e de interrupções durante a jornada de trabalho. O RcE é importante para o empresário rural, pois reflete as condições de aproveitamento do tempo disponível, isto é, quanto menor for, menores serão os tempos mortos. Assim o aprimoramento de técnicas de manejo no campo e a seleção de máquinas adequadas às condições operacionais, são baseados nos valores assumidos pelo RcE.

Eficácia Operacional

O desempenho operacional da maquinaria agrícola abrange, além dos aspectos quantitativos expressos pelas capacidades e rendimentos operacionais, os aspectos qualitativos do trabalho executado. A habilidade das máquinas executarem operações agrícolas, segundo certos padrões qualitativos, é avaliada através de parâmetros de eficácia operacional.

Seja, por exemplo, o caso de uma descascadora de mamona indeiscente, na qual a eficácia operacional pode ser expressa através dos seguintes parâmetros:

Eficácia de descascamento (E%): relação percentual entre a quantidade de sementes contidas no produto *in natura* — Sn, e a quantidade de sementes intactas Sb recolhidas na bica de produto beneficiado da máquina descascadora:

$$E\% = (Sb / Sn) . 100$$

Quando a quantidade de sementes recolhidas na bica de produto beneficiado for igual à quantidade de sementes no produto *in natura* que penetrou na máquina, a eficácia de descascamento será máxima (100%). Isso indica que o trabalho da máquina descascadora foi perfeito; o mecanismo descascador conseguiu descascar todas as sementes, sem quebras nem perdas.

Retorno (R%): relação percentual entre a quantidade de cocos - Fb, que, apesar de terem passado pelo mecanismo descascador, não foram descascados, e a quantidade total de cocos — Fn contida no produto *in natura* que penetra na máquina:

$$R\% = (Fb / Fn) \cdot 100$$

O retorno indica, em termos percentuais, a intensidade de ação dos órgãos ativos da descascadora sobre os cocos de mamona; quanto maior for a ação dos órgãos ativos sobre os cocos do produto *in natura*, tanto menor será R%. Por outro lado, o valor assumido por R% depende da interação de dois fatores: a) seletividade de ação do mecanismo beneficiador, e b) uniformidade do produto *in natura* a ser beneficiado.

Quebra (Q%): relação percentual entre a quantidade de sementes quebradas durante o beneficiamento — Sq, e a quantidade de sementes intactas contidas no produto *in natura*.

$$Q\% = (Sq / Sn) \cdot 100$$

A quebra indica, em termos percentuais, a intensidade de ação dos órgãos ativos da descascadora, sobre as sementes contidas no interior dos cocos; se a ação de descascamento dos cocos ultrapassarem aquela suficiente para retirada das cascas, as sementes serão danificadas provocando um aumento de Q%.

A Título de exemplo, pode-se utilizar os dados de ensaios de uma colhedora de arroz, onde os valores obtidos foram:

Área trabalhada: 0,37 ha

Largura de trabalho: 3,64 m

Efetivo de colheita: 21,76 min

Tempo de manobras: 5,89min

Velocidade: 2,8 km/h

Tempo de descarregamento: 4,42 mm

Tempo total de campo = Te + Tp = 21,76 + (5,89 + 4,42) = 32,07

Capacidade efetiva de campo = A / Tc = 0,37 (60) / 32,07 = 0,692 ha/h

Capacidade teórica de campo = largura (m) x velocidade (m/h) 10000 (m²/ha) = 3,64 (2800) / 10000 = 1,02 ha/h

Eficiência de campo = 0,692 / 1,02 = 0,679 ou 67,9%.

O mesmo cálculo pode ser efetuado através dos tempos obtidos. Como $K = 100\%$, então $T_e = T_t$, e portanto:

$$E_{fc} = T_e / T_c = 21,76 / (21,76 + 5,89 + 4,42) = 0,679 \text{ ou } 67,9\%.$$

O desempenho de máquinas que manipulam produtos, como a colhedora antes mencionada, pode ser também expresso em termos da capacidade de manipulação do material trabalhado. Neste caso, a capacidade de manipulação é dada pela expressão:

$$C_m = \frac{\text{largura (m)} \times \text{velocidade (m/h)} \times E_f \text{ (decimal)} \times R}{10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}}$$

Onde R = rendimento agrícola em ton/ha.

No caso da colhedora já citada, se o rendimento agrícola da cultura de arroz é de 8,56 ton/ha, a capacidade de manipulação da mesma é dada por:

$$C_m = \frac{3,64 \text{ (m)} \times 2800 \text{ (m/h)} \times 0,679 \times 8,56 \text{ (ton/ha)}}{10000 \text{ (m}^2\text{/ha)}} = 5,92 \text{ ton/h}$$

Como a Eficiência de Campo é uma relação entre a Capacidade de Campo Efetiva e a Capacidade de Campo Teórica, pode-se concluir que todos os fatores que afetam a Capacidade de Campo Efetiva irão afetar a Eficiência de Campo do conjunto considerada. A Capacidade de Campo Efetiva é afetada pelos fatores largura nominal de trabalho, porcentagem da largura de trabalho efetivamente utilizada, velocidade de deslocamento e tempos perdidos no campo, durante a operação. Entre os tempos perdidos no campo, são de considerável importância os tempos perdidos nas manobras de cabeceira, os quais são uma função do formato e tamanho do talhão trabalhado, da topografia do terreno e da presença de obstáculos (canais de drenagem, árvores, voçorocas, etc.).

Determinação da Capacidade de Campo Efetiva

Nas situações em que o engenheiro deve projetar um determinado sistema mecanizado, desejada capacidade de campo efetiva, para cada conjunto de máquinas a ser utilizado, há a necessidade de se ter em mãos pelo menos a eficiência de campo dos conjuntos ou máquinas a serem calculados.

Como já foi dito anteriormente, no Brasil praticamente não se dispõe de tabelas de eficiência do campo, para as máquinas ou conjuntos normalmente empregados. Neste particular, há necessidade de se desenvolver pesquisas nacionais, a fim de se obter os parâmetros já mencionados, sem o que se

torna quase impossível a execução de cálculos confiáveis.

Como se pode observar, as eficiências de campo são dadas em uma faixa para as diversas operações, em um intervalo de velocidades. Os valores encontrados nesta tabela, embora obtidos em condições totalmente diversas das aqui encontradas, podem servir como orientação com relação aos valores possíveis de serem obtidos, para as diversas operações. Quando Disponíveis, a coluna da direita contém alguns dados obtidos em ensaios no País. Pode-se observar, nestes casos, que os dados nacionais estão dentro das faixas obtidas e mencionadas pela ASAE.

Tabela 1. Eficiência de campo de máquinas agrícolas

Máquinas e implementos	Velocidade (km/h)	Ef(%)	Ef(%)
Máquinas para preparo do solo	4,7-9,7	0,70-0,90	
Enxada rotativa	1,8-7,2	0,70-0,90	
Cultivador rotativo	9,2-18,0	0,70-0,90	0,69-0,89
Cultivadores	2,5-6,5	0,70-0,90	
Aplicação de defensivos e fertilizantes	4,7-7,9	0,60-0,75	
Semeadura com aplicação de fertilizantes e herbicidas	4,7-10,0	0,50-0,85	
Semeadoras de sementes miúdas	3,6-10,0	0,65-0,85	0,82
Semeadora de semente graúda (tração animal)			0,87
Segadora de feno	7,9-10,0	0,80-0,90	
Segadora — condicionadora de feno	3,2-6,8	0,88-0,90	
Ancinho de descarga lateral	6,5-10,0	0,85-0,90	
Enfardadoras	3,6-7,9	0,70-0,90	
Colhedoras de forragens	2,5-6,5	0,50-0,75	0,75
Enleiradora	7,9-10,8	0,75-0,85	
Combinadas	3,2-5,4	0,65-0,80	0,67-0,78
Espigadoras de milho	3,2-5,4	0,60-0,75	
Colhedoras de algodão	2,5-4,7	0,60-0,75	

Conhecidas as características dimensionais e de operação da máquina ou conjunto a ser empregado (largura de corte, velocidade de operação etc.), todos os parâmetros já mencionados podem ser calculados.

A melhor forma para se fixar os conceitos emitidos é o cálculo dos parâmetros, como no exemplo a seguir.

Suponha-se que são Disponíveis os seguintes dados, obtidos durante a operação com uma grade niveladora de 32 discos de 508 mm (20 polegadas):

Largura de corte nominal	2450 mm
Largura de corte efetiva	2349 mm
Velocidade de operação	8,65 km/h
Tempo total de campo	31,03 min
Tempo efetivo de campo	25 mm
Área trabalhada	8928 m ²

A capacidade de campo teórica será dada por:

$$C_t = 8650 \text{ (m/h)} \times 2,45 \text{ (m)} / 10000 \text{ (m}^2\text{/ha)} = 2,12 \text{ ha/h}$$

A capacidade de campo efetiva é calculada como segue:

$$C_e = A/T_c = 8928 \text{ (m}^2\text{)} \times 60 \text{ (min/h)} / 31,03 \text{ (mm)} \times 10000 \text{ (m}^2\text{/ha)}$$

De onde $C_e = 1,73 \text{ ha/h}$.

Utilizando-se a definição da Eficiência de campo obtêm-se:

Eficiência de campo

$$E_f = 1,73 / 2,12 = 0,816 \text{ ou } 81,6\%$$

Tabela 2. Vida econômica das máquinas agrícolas

Tipo	Vida econômica (anos)	Uso por ano (h)	Vida econômica (h)
Tratores de rodas	8,9	1.200	11.692
	7,7	1.500	7.937
Tratores de esteiras	16	1.000	16.000
	10	1.000	10.000
Colhedoras de cereais	8,7	430	8.000
	5-10		
Colhedora de cana	7	700-900	
Recolhedora de feijão e amendoim	7-8		21.000
Grades	5	150-2.000	10.000
Arados	5	227	10.000
Cultivador tipo Planet		805	
Esparramador de calcário	5	120	
Semeadoras	5	200-600	
Carretas	5		
Plainas, "scrapers"	5		
Carregadora de cana	10	1.000-2.000	
Pulverizadores	10	100-1.000	2.300
Cultivador adubador	4-10	400-1.000	
Sulcador adubador	10		1.200-1.500
Subsolador	5	1.200	10.000

Análise de Sistemas

Frequentemente, o engenheiro que exerce atividades na agropecuária se defronta com problema de projetar um sistema mecanizado completo, para uma dada operação, como por exemplo, a colheita de cereais ou cana-de-açúcar.

Se a necessidade é de se projetar um sistema partindo do nada, as opções são tantas o cálculo

da melhor delas torna-se bastante complexo e cansativo, se for feito manualmente ou por meio de máquinas de calcular.

Modernamente, com o uso generalizado e o baixo custo dos microcomputadores, é viável fazer-se a análise de todas as opções possíveis, e escolher a que melhor se adapta às condições de trabalho e que também forneça o menor custo.

A título de exemplo, suponha-se que se quer projetar um sistema de colheita de cana-de-açúcar picada ou inteira e calcular os custos dos sistemas possíveis.

O procedimento para projetar os sistemas possíveis de serem utilizados no país envolve listagem das atividades a ser desenvolvida, bem como as opções para realizá-las. As atividades para a colheita de cana-de-açúcar são as seguintes:

1. Corte;
2. Enfeixamento;
3. Carregamento em transportadores do campo ou usina;
4. Transporte da cana para estação de transbordo;
5. Descarregamento na estação de transbordo;
6. Carregamento no transportador para a usina;
7. Transporte da cana para usina; e
8. Descarregamento da cana na usina.

Para cada atividade as opções são as seguintes:

1. Corte — combinada — cana picada. Cortadora-enfeixadora; cortadora-enleiradora — cana inteira; corte manual.

2. Enfeixamento: Carregadora-enfeixadora; enfeixamento manual.

3. Carregamento em transportador do campo ou de usina: Carregadora; carregamento manual.

4. Transporte para estação de transbordo:

Transporte — cana picada; transporte de campo com descarregamento próprio: transporte de campo sem descarregamento próprio.

5. Descarregamento de cana na estação de transbordo: Descarregador; descarregamento manual; descarregador-carregador.

6. Carregamento no transportador para usina: Carregadora mecânica; carregamento manual.

7. Transporte para Usina: Transporte — cana picada; transporte — cana inteira.

8. Descarregamento na Usina: Esteira — cana picada esteira — cana inteira.

A título de exemplo, as opções para a atividade de corte da cana são listadas a seguir:

Colheita manual — é a colheita realizada manualmente, onde o operador corta a base, o palmito e enleira a cana cortada, a qual pode ter sido previamente queimada ou não.

Colhedora combinada — é a máquina que corta a base do colmo, o palmito, e pica o colmo em toletes, descarregando-os em veículos transportadores (carretas, caminhões telados, carretas de

transbordo, etc.)

Cortadora — é a máquina que simplesmente corta os colmos deixando-os em uma leira contínua sobre o chão.

Cortadora-enfeixadora — neste caso os colmos são cortados e levados para um depósito, que libera os feixes de colmos sobre a superfície do terreno.

O mesmo procedimento de listagem das opções deve ser seguido para as demais atividades, de forma que todas as atividades e opções possam ser colocadas em um quadro. Combinando-se as opções nas formas possíveis de serem encontradas em condições de campo, chega-se a um diagrama PERT incompleto. Através do exame desse diagrama chega-se conclusão que existem um mínimo de 56 opções para os sistemas de colheita.

A análise do custo de cada sistema obviamente deve levar em conta todos os fatores já mencionados anteriormente, o que torna o cálculo manual impraticável.

Cálculo do nº de colhedoras:

Dados:

Capacidade de moagem da usina = 9000 t/dia

Porcentagem a ser colhida mecanicamente = 11%

Total de cana colhida mecanicamente = 990 t/dia

Horas de colheita por dia = 12h

Horas de transporte por dia = 12h Colhedora = combinada

Capacidade efetiva = 20 t/h

Confiabilidade = 75%

Perda na colheita 5%

Capacidade projetada:

$$C = \frac{990}{5} = 1042 \text{ t/dia}$$

$$\frac{5}{100}$$

$$1 - \frac{5}{100} = 86,84\%$$

Nº Colhedoras:

$$N1 = 1042 \text{ t/dia} \times 12 \text{ h /dia} \times 20 \text{ t/ h} \times 1/0,75$$

$$N1 = 5,11 = 6$$

Capacidade projetada corrigida:

$$Cc = 6 \times 15 \text{ t/h} = 90 \text{ t/dia} = 1.080 \text{ t/h}$$

Cálculo do nº de caminhões:

Dados:

Capacidade do caminhão: 16

Confiabilidade: 85%

Capacidade efetiva = 13,6 t

Caminhões provindos de outros sistemas = 11/h

Distância = 16 km

Velocidade = 40 km/h

Tempo descarregamento = 0,4 mm

$$N_{\text{caminhões}} = N_{\text{colhedoras}} \times \left(\frac{\text{Tempo de ciclo}}{\text{Tempo de carregamento}} + 1 \right)$$

Tempo carregamento:

$$T_{ca} = \frac{\text{Capacidade caminhão} = 13,6 \text{ t}}{\text{Capacidade colhedora} = 15 \text{ t/h}} = 0,9067 \text{ h}$$

Tempo de ciclo:

$T_{ci} = \text{Tempo carregamento} + \text{tempo viagem} + \text{tempo espera}$

$$\text{Tempo viagem} = \frac{16 \text{ km}}{40 \text{ km/h}} \times 2 = 0,8 \text{ h}$$

$$\text{Razão de serviço} = \frac{1}{\text{Tempo de descarregamento}} = 150 \text{ caminhões/h}$$

Razão de chegada =

n.o de chegada do sistema projetado + n.o de chegada de outros sistemas

$$N^{\circ} \text{ de chegada} = \frac{1080 - (1080) \cdot 0,05 \text{ t/dia}}{12 \text{ h/dia}} \times \frac{\text{caminhão}}{13,6 \text{ t}}$$

Sistema projetado:

= 6,29 caminhões/h

Razão de chegada = 11 + 6,29 = 17,29 caminhões/h

Se (razão de serviço — razão de chegada) é:

$$- \text{Tempo de espera} = \frac{1,0}{\text{Razão de serviço}}$$

$$+ \text{Tempo de espera} = \frac{1,0}{\text{Razão de serviço} - \text{razão de chegada}}$$

$$150,0 - 17,29 = 133,3 \text{ caminhões/h}$$

Portanto:

$$\text{Tempo espera} = \frac{1}{133,3} = 0,0075 \text{ h}$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 0,9067 + 0,80 + 0,0075 = 1,7142 \text{ h}$$

Portanto:

$$N_{\text{caminhões}} = \frac{6 (1,7142 + 1)}{0,9067} = 17,34$$

$$N_{\text{caminhões}} = 18$$

$$\text{Capacidade atual de transporte} = 244,8 \text{ t}$$

$$\text{Capacidade de projeto} = 1026 \text{ 1/dia} \times \text{Dia}/12\text{h} = 85,5 \text{ t/h}$$

Após o dimensionamento de cada sistema calcula-se o seu custo. Através da listagem em ordem crescente de custos, pode-se selecionar o sistema de custo capaz de fornecer a quantidade requerida de cana para a usina.

No diagrama PERT pode-se verificar que para as condições da safra de 1978, o sistema de custo mínimo foi o de sequência 03-05-18-20, com um custo 0,2992 OTN/t de cana entregue na usina. O sistema 03-05-18-20 utiliza-se de cortadoras, sem enfeixamento, carregadoras-enfeixadoras e caminhões para transporte de cana inteira para a usina.

Neste sistema a operação de enfeixamento com a carregadora-enfeixadora junta muitas impurezas, que são levadas com a cana para a usina, dificultando a industrialização.

Tabela 3. Sequência em ordem crescente de custo total por tonelada de cana entregue na usina

<i>Percurso no diagrama</i>	<i>Método n.o</i>	<i>Mão-de-obra</i>	<i>Custo fixo</i>	<i>Custo direto</i>	<i>Custo indireto</i>	<i>Custo total</i>
		<i>h/t</i>	<i>OTN/t</i>	<i>OTN/t</i>	<i>OTN/t</i>	<i>OTN/t</i>
3 05 18 20	55	0,28	0,0133	0,1941	0,0918	0,2992
2 07 18 20	49	0,23	0,0244	0,1786	0,0964	0,2994
1 17 14	1	0,28	0,0722	0,2424	0,0436	0,3582
2 08 18 20	50	3,51	0,0201	0,2571	0,0870	0,3642
3 06 07 18 20	51	3,66	0,0157	0,2642	0,1363	0,4162
4 05 18 20	56	3,87	0,0083	0,3574	0,0874	0,4531
1 09 17 19	2	0,34	0,1163	0,2597	0,0978	0,4738
3 06 08 18 20	53	6,93	0,0117	0,3437	0,1302	0,4856
4 06 07 18 20	52	7,52	0,0117	0,4422	0,1473	0,6012
4 06 08 18 20	54	10,83	0,0066	0,5180	0,1284	0,6530

Tabela 4. Sistema de custo mínimo (03-05-18-20)

Descrição da atividade						Custos fixos	Custos diretos	Custos indiretos	Custo total
Cortadora (sement.)	(A)	1440,00	(D)	24,00	(G)	0,0074	0,0140	0,0460	0,0674
	(B)	91,41	(E)	2,00	(H)	9,6999	18,7179	61,3859	89,8037
Carregadora enfeixadora	(C)	120,00	(F)	1,00					
Transporte para usina	(A)	1385,15	(O)	132,0	(G)	0,0018	0,0451	0,0454	0,0923
	(B)	115,43	(E)	11,00	(H)	2,3797	60,1251	60,4535	122,9582
	(C)	123,75	(F)	11,00					
	(A)	1333,05	(D)	216,0	(G)	0,0042	0,1349	0,0004	0,1395
	(B)	111,09	(E)	18,00	(H)	5,5814	179,9490	0,4784	186,0088
	(C)	114,96	(F)	3,00					

A = Capacidade projetada (1/dia); B = Capacidade projetada (t/h) ou (1); C = Capacidade atual (t/h) ou (t), D = Mão-de-obra (h); E = N^o de máquinas; F = Identificação da máquina; G = Custo total em OTN por tonelada entregue na usina; H = Custo total em OTN por dia de colheita.

A comparação dos sistemas de menor custo permite a escolha do sistema ideal para uma determinada situação.

O segundo sistema de menor custo foi o 02-07-18-20 com um custo total de 0,2994 OTN/t, como se observa na tabela. Neste caso o sistema é composto por cortadoras-enfeixadoras, carregadoras e os caminhões transportadores de cana inteira. Nota-se que neste caso a eliminação das impurezas coletadas no enfeixamento corresponde a um acréscimo de 0,0002 OTN/t. Acréscimo esse que com certeza pode ser tolerado, em face das vantagens obtidas na fase industrial.

O sistema seguinte de menor custo é o 1-17-19, observado na tabela e composto por combinadas e caminhões telados para transporte da cana picada. Note-se que o acréscimo de custo é de 0,0588 OTN/t, o que multiplicado por 990 t/dia e 180 dias/safra fornecia um valor a preços atualizados de 10.478,16 OTN para a capacidade projetada (11% do total moído pela usina). Se toda a cana fosse colhida mecanicamente por esse sistema, a diferença de custo entre o segundo e terceiro sistemas seria de 95.256 OTN, quantia essa que não pode ser desprezada. O detalhamento dos custos desse sistema está contido na tabela.

No sistema também utilizado pela usina estudada, com sequência 04-05-18-20, o custo por tonelada foi de 0,4531 OTN como se observa na tabela, portanto muito maior que os anteriores.

Tabela 5. Sistema de cana picada — um estágio (1-17-19)

Descrição da atividade						Custos fixos	Custos diretos	Custos indiretos	Custo total
Combinada Transporte para usina	(A)	1080,0	(D)	72,00	(G)	0,0518	0,0700	0,0428	0,1646
	(B)	86,84	(E)	6,00	(H)	53,2851	71,9839	43,9662	169,2352
	(C)	90,00	(F)	1,00					
				216,0					
	(A)	1027,8	(O)	0	(G)	0,0204	0,1724	0,0008	0,1936
	(B)	85,66	(E)	18,00	(H)	20,9810	177,1950	80,8676	199,0444
	(C)	244,80	(F)	2,00					

A capacidade projetada (1/dia); B = Capacidade projetada (t/h) ou (t); C = Capacidade atual (1/h) ou (1); D = Mão-de-obra(h). E = N° de máquinas; F = Identificação da máquina; G = Custo total em OTN por tonelada entregue na usina; H=custo total em OTN por dia de colheita.

Tabela 6. Sistema de cana picada— um estágio (04-05-18-20)

Descrição da atividade						Custos fixos	Custos diretos	Custos indiretos	Custo total
corte manual	(A)	1099,98	(D)	3492,00	(G)	0,0000	0,1019	0,0425	0,1444
	(B)	91,41	(E)	291,00	(H)	0,0000	101,1968	42,2319	143,4288
	(C)	91,67	(F)	1,00					
enfeixamento	(A)	1045,13	(O)	96,00	(G)	0,0017	0,0440	0,0443	0,0900
	(B)	87,09	(E)	8,00	(H)	1,7307	43,7273	43,9662	89,4242
carregamento	(C)	90,00	(F)	1,00					
	(A)	933,03	(O)	252,00	(G)	0,0066	0,2115	0,0006	0,2187
	(B)	82,75	(E)	21,00	(H)	6,5116	209,9405	0,5582	217,0103
Transporte para usina	(C)	84,45	(F)	3,00					

Capacidade projetada (1/dia); B = Capacidade projetada (11h) ou (1); C = Capacidade atual (t/h). ou (t); O = Mão-de(h); E = N~ de máquinas; F = Identificação da máquina; G = Custo total em OTN por tonelada entregue na usina; Custo total em OTN por dia de colheita.

Dos resultados obtidos neste exemplo, pode-se concluir que a otimização de sistemas de é grandemente facilitada pelo uso de programas adequados em computadores eletrônicos, quais permitem, em um curto intervalo de tempo, a análise de dezenas de opções diferentes e a quantificação desses sistemas.

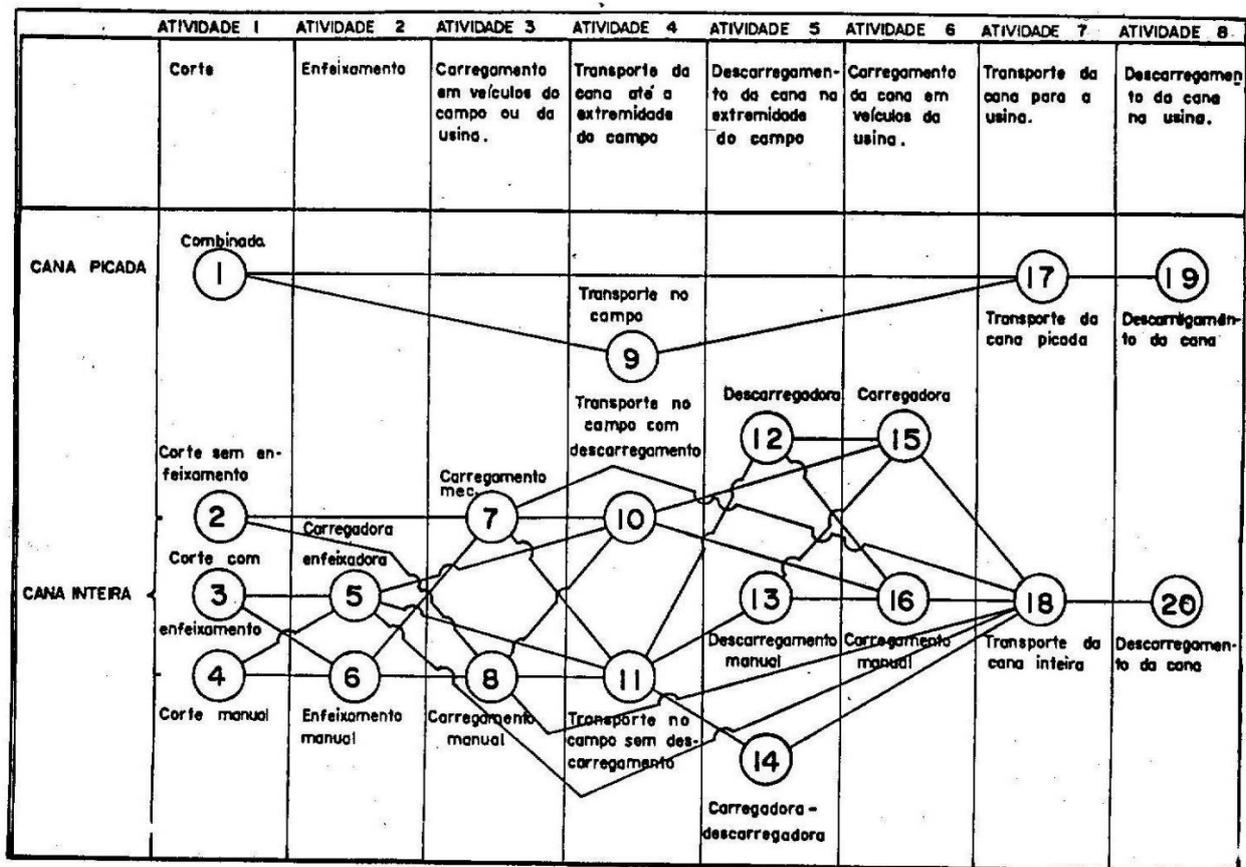


Figura 1. Quadro PERT.



ESTUDO ECONÔMICO

Aquisição de Tratores Agrícolas

A aquisição do trator é um problema que deve ser encarado com muito cuidado, devido ao fato de estar relacionado com vários fatores, os quais devem ser levados em consideração e analisados detalhadamente.

Os fatores que devem ser analisados são os seguintes:

Fatores econômicos

Sob este título devem ser analisados os fatores:

- Confronto econômico entre a tração motora com a animal e sua adaptação.
- Custo do trator e maquinaria;
- Capacidade do trator e maquinaria;
- Estudo econômico do trator e máquinas agrícolas.

Fatores agrícolas

Neste item, devem ser estudados:

- Tipo de solo;
- Declividade do terreno;
- Superfície da área a ser explorada;
- Culturas principais;
- Tipos de trabalhos.

Fatores técnicos

- Devem ser analisados:
- Tipo do trator;
- Potência (motor, polia, tomada de força e barra tração);
- Força de tração desenvolvida pelo trator;
- Resistência das máquinas à tração;
- Capacidade de trabalho;
- Combustível;
- Assistência técnica;
- Tratorista;
- Manutenção e conservação;
- Caderneta de controle.

Fatores econômicos

- Confronto econômico entre a tração motora com a animal e sua adaptação.

Inicialmente devemos estudar a aplicação e adaptação do trator e do trabalho mecânico às culturas e faremos um estudo comparativo com o custo do trabalho animal, daí concluiremos da compensação ou não de emprego de capital para a aquisição dessas máquinas.

O trator é adaptável e utilizável para a execução de todos os trabalhos agrícolas, desde o preparo do solo até as colheitas, mesmo até para o transporte, tracionando carretas, e como motor fixo para acionar outras máquinas.

Para que isso possa ser feito, executa-se uma determinada operação em igualdade de condições entre ambos.

Os cálculos nos dois processos devem ser feitos com exatidão, levando-se em conta todos os gastos, tais como: amortização de capital, juros, reparos, galpões, combustíveis, lubrificante, tratorista, etc.

Depois de feito os cálculos, notaremos a vantagem ou não do emprego do trator, emprego este em uma propriedade agrícola, que deve ser o maior possível, atingindo um mínimo de 1000 horas por ano para que este seja um fator de economia.

O emprego da moto mecanização apresenta inúmeras vantagens sobre a tração animal, e dentre elas citaremos:

- Operações de destocamento;
- Preparo do solo na época da seca; época em que seria impossível a execução da tração animal.
- Diminuição do custo do trabalho por unidade de área;
- Economia de pessoal e principalmente de tempo, fator básico da moto mecanização;
- Aumento da capacidade de produção e trabalho do homem;
- Determina maior fonte de renda para a propriedade em virtude da quase total substituição do animal de tração pelo de produção de leite.

Como relatamos anteriormente, devemos estudar a adaptação do trator e os implementos na propriedade agrícola, em que, de um modo geral varia bastante.

Assim, em uma propriedade agrícola moderna, motomecanizada, as culturas principais são: arroz, milho, etc., culturas estas que podem ser 100% motomecanizadas.

Esta propriedade deverá ter um trator com seus implementos principais (arado e grade), semeadora com ou sem adubadora, cultivador e colhedora.

No caso de ser a propriedade uma granja leiteira, são necessários, além do arado e grade, um cultivador, uma ceifadora, um ancinho de descarga lateral, uma enfardadeira e uma picadora de forragem.

Sendo a principal cultura o café ou então uma cultura de árvores frutíferas, além do arado e da grade, serão necessários também um pulverizador ou polvilhador para combate as pragas e moléstias e cultivador.

Para confronto entre a aração a tração motora e animal, consideraremos a operação praticada em condições equivalentes de capacidade de trabalho e mesma extensão de área.

Lavrar-se-á uma área de 80 alqueires ou 194 hectares aproximadamente, de solo já anteriormente cultivado, em condições propícias para a tração animal.

A lavra será executada a uma profundidade média de 12 cm, considerando a resistência do solo a de 40 kgf/dm².

Os equipamentos empregados são:

- Arado de tração motora de 3 corpos (discos) de 28" (71 cm) operando a uma largura média de 75 cm (largura de corte de cada disco — 25 cm);

- Arado de tração animal de um corpo de 8" (20,3 cm).

Cálculo da Tração Motora

Para calcular o esforço exigido para a tração do arado de discos (28"-71 cm) de 3 corpos, operando a largura média de 75 cm, procede-se da seguinte forma:

Determina-se a largura média de corte do arado, a qual será:

$$L = 3 \times 25 \text{ cm} = 75 \text{ cm},$$

logo, a superfície trabalhada, será:

$$St = 75 \text{ cm} \times 12 \text{ cm} = 900 \text{ cm}^2 \text{ ou } 9,00 \text{ dm}^2.$$

Sabendo-se a resistência oferecida pelo solo à aração é de 40 kgf/dm², o arado exigirá para sua tração um esforço tratório médio de:

$$Ef = 9,00 \text{ dm}^2 \times 40 \text{ kgf/dm}^2 = 360,00 \text{ kgf}.$$

Devido à heterogeneidade do terreno, para o trabalho da máquina, considera-se a necessidade de se ter uma reserva de 25% sobre o esforço obtido.

$$360,00 + (360,00 \times 0,25) = 360,0 + 90,00 = 450,00 \text{ kgf}$$

Considerando-se a velocidade de trabalho, como sendo 1,11 m/seg ou 4 km/hora, teremos:

$$450,0 \text{ kgf} \times 1,11 \text{ m/seg} = 499,50 \text{ kgm/seg} \text{ ou aproximadamente } 500,00 \text{ kgm/seg}.$$

Em cavalo vapor (C.V) teremos:

$$\frac{500,00 \text{ kgm/seg}}{75} = 6,66 \text{ C.V. aprox. 7 CV.}$$

$$\text{CV} = 75,00 \text{ kgm/seg}$$

Como o rendimento efetivo na barra de tração dos tratores de rodas, é em média 88% da potência efetiva desenvolvida pelo motor, precisamos dispor de um trator que desenvolva no motor uma potência efetiva de:

$$\text{C.V.} = \frac{7,00 \text{ C.V.}}{0,88} = 7,95 \text{ C.V. aproximadamente 8 C.V.}$$

Escolha-se, pois para a operação, proposta em trator cujo motor desenvolva em média 10 C.V. (8 C.V. + 25%) de potência efetiva.

Esse trator desenvolverá um esforço tratório de

$$\text{Ef} = \frac{75 \text{ kgm/seg} \times 10 \text{ CV} \times 0,88}{1,11 \text{ m/seg}} = 594,8 \text{ kgf}$$

Conclui-se ser esse valor, superior ao necessário, o que indica que um trator de 10 CV efetivos no motor não trabalhará forçado naquelas condições, isto é, tracionando um arado de disco de 26" de 3 corpos a uma profundidade média de 12 cm.

Custo Horário do Trator

Apesar de o trator resolver o problema em questão, ele deverá ter uma % maior de C.V. no motor. Isto feito, concluiríamos que deveria ser de 15 C.V.

Para facilitar o cálculo do custo-horário total por unidade, este será distribuído em:

Custos fixos;

Custos variáveis.

Custos Fixos

Os custos fixos são aqueles que, geralmente, não são diretamente relacionados com a quantidade de uso.

Neste item, acham-se incluídos:

- Juros
- Amortização ou depreciação;
- Alojamento;
- Seguros.

Juros. O processo mais utilizado é o de juros sobre o capital inicial médio, isto porque, o juro cobrado eventualmente reverte à própria empresa ou proprietário. Assim, considera-se o capital médio rendendo ao ano uma taxa de 14%, que deverá ser distribuído pelo número de horas de utilização do trator por ano.

Desse modo, observa-se que para reduzir o custo-hora de trabalho do trator, deve-se elevar ao máximo o número de horas de utilização do mesmo, o qual deverá ter uma larga aplicação.

O valor teórico aconselhável nos cálculos dos juros é de 1.000 horas de trabalho por ano, embora na prática possa variar de 500 a 1.000 horas, chegando às vezes a ultrapassá-lo.

$$J = \frac{Cm \times i\%}{t}$$

Onde: J = Juros; Cm = Capital médio; Ci = Taxa de juros por ano; t = tempo - número de horas de uso por ano.

O capital médio é determinado pela fórmula:

$$Cm = \frac{Ci + S}{2}$$

Onde: Cm = Capital médio; Ci = Capital inicial; S = Sucata ou valor de revenda — 10% de Ci.

Depreciação. A depreciação é a perda em valor e capacidade de trabalho consequente do obsolescimento, do desgaste natural, dos danos acidentais, do mau emprego, da ferrugem e corrosões e da exposição ao tempo. A redução é considerada do ponto de vista da importância (valor) que deve ser reservada cada ano, para recuperar o custo ou capital inicial empregado na aquisição de uma máquina no final de sua vida útil.

Constitui o maior fator no custo-hora. É óbvio, que nenhuma regra simples ou fórmula avaliará propriamente — apropriadamente, todos os fatores no cálculo da depreciação. Serão estudados quatro métodos da depreciação. São eles:

- Valor estimativo (valor das trocas);
- Da linha reta;
- Percentagem constante (saldos decrescentes);
- Soma dos dígitos.

Na seleção de um método de estimativa, é preciso considerar-se qual o emprego que será dado aos resultados.

Os dois objetivos principais seguintes, ou finalidades para as estimativas não são satisfeitos por um único método simples: a determinação do valor de revenda, de troca ou avaliação dos tratores usados e a obtenção das taxas de depreciação para aplicação nos cálculos dos custos unitários de

trabalho.

O método para atingir o primeiro objetivo deve proporcionar valores por toda a vida da máquina, que representem tão próximos quanto possível os do mercado de equipamento usado. Em geral é de esperar-se que a taxa de depreciação no valor de revenda seja maior durante os primeiros anos de vida de um trator.

O segundo objetivo está presente nos cálculos para determinar o custo do trabalho, como o por hora ou por hectare de execução de uma tarefa agrícola.

O método, para essa finalidade, deverá supor que o equipamento continuará em uso na fazenda por toda a sua vida útil e deve apresentar resultados uniformes ao longo dessa vida. Os incrementos anuais de depreciação devem ser constantes, de modo que a parcela que lhe corresponda no custo da aradura ou qualquer trabalho seja o mesmo a despeito da idade.

Dos quatro métodos atrás mencionados, o da linha reta é o de mais fácil aplicação, sendo suficientemente preciso para determinar o custo do uso dos tratores, se forem eles mantidos em boas condições de suas vidas úteis.

Os outros trazem métodos aproximam-se mais do valor real a qualquer época durante a vida. Portanto, se busca a depreciação para determinar a revenda antes do término da vida útil ou para fins de imposto de renda, será mais preciso qualquer dos métodos, exceto o de linha reta.

O processo mais simples e mais amplamente utilizado para se determinar o custo anual da depreciação é o método da linha reta. O custo da depreciação por ano é igual ao custo inicial menos o valor recuperável, dividido pelo número de horas da vida da máquina.

$$D_p = \frac{C_i - (10\% \text{ de } C_i)}{T}$$

Onde: D_p = Depreciação; C_i = Capital inicial; S = Sucata ou valor de revenda - 10% de C_i ; T = Tempo de vida útil considerado da máquina (10 anos ou 10.000 horas).

A vida útil de um trator ou máquina está sob influência dos seguintes fatores:

Fatores de produção

- Construção;
- Condições de funcionamento e trabalho;
- Habilidade e experiência do tratorista;
- Manutenção e conservação.

Obsolescência

- Melhoramentos nos projetos e construções das novas máquinas.
- Progressos tecnológicos.

Alojamento. Os tratores e máquinas agrícolas, nas propriedades, ficam abrigados em galpões, devendo-se por isso, considerar como custos fixos, uma cota de alojamento. Essa cota, corresponderia aos juros do capital utilizado na construção do galpão e sua conservação por ano.

A taxa de alojamento pode variar com a região, local, tipo de construção e tamanho do galpão, o que se faz, para a simplificação deste cálculo é considerar como cota anual a taxa de 1 a 2% do capital inicial.

$$Al = \frac{Ci \times i\%}{t}$$

Onde: Al = Cota de alojamento; Ci = Capital inicial; L = Taxa de alojamento — 1 a 2%; t = Tempo — horas de uso do trator por ano.

Seguros. O capital utilizado na aquisição do trator deve ser protegido, prevendo-se a sua restituição total, com a possível perda do trator através de incêndios, acidentes ou outras causas quaisquer.

Esta proteção é dada pelo seguro da máquina, que representa a cota de seguros, a qual é calculada na base de 1 a 2% do capital assegurado, o qual deverá ser distribuído pelo número de horas de uso por ano. O seu cálculo será obrigatório quando o trator for adquirido por financiamento, uma vez que, o seguro será obrigatório.

$$S = \frac{Ci \times i\%}{t}$$

Onde: S = Seguros; Ci = Capital inicial; i% = Taxa- 1 a 2% do capital inicial; t = Tempo — horas de uso do trator por ano.

Desse modo, o valor dos custos fixos é obtido pela soma dos valores calculados de: Juros + depreciação + Alojamento + Seguros.

Custos Variáveis

Os custos variáveis estarão na dependência do funcionamento do trator e corresponde aos gastos com: combustível, lubrificante, material de substituição periódica, reparações e tratorista.

Combustível. Os gastos com combustível podem ser obtidos através do fabricante do trator ou nos manuais técnicos.

A determinação prática de gasto de combustível por hora é facilmente determinada com a aplicação do trator. Exemplo — um trator, com o tanque cheio (medida conhecida), tracionando um arado, em 2.a marcha, com uma rotação do motor oscilando a 3/4 da rotação máxima, depois de 5 horas de trabalho, foi necessário repor no tanque 50 litros para enchê-lo novamente. O gasto por hora

foi de: 50 litros divididos por 5 horas, dando 10 litros/hora, que multiplicado pelo preço unitário do combustível, dará o seu custo/hora.

Pode-se ainda considerar o consumo médio do trator por cavalo-vapor-hora (C.V./h), na sua barra de tração. Assim, no motor a gasolina o consumo médio é de 0,40—0,42 litros por C.V./h e no Diesel, é de 0,25—0,30 litros por C.V/h na barra de tração.

Lubrificante. O valor dos gastos com lubrificantes é obtido através da folha de manutenção do trator, de onde se calcula os gastos em cada período de troca (número de horas) dos diversos pontos que necessitam de lubrificação periódica e constante.

Nos pontos onde não se tem o volume, mas o peso como no caso da graxa, pesa-se o consumo de graxa numa lubrificação completa, sendo o cálculo feito por hora.

Os cálculos de consumo de lubrificante podem ser divididos em cinco partes:

- Óleo do cárter
- Óleo de transmissão
- Óleo do purificador de ar
- Óleo da caixa de direção
- Graxa

— Óleo do cárter. Verifica-se pela folha de manutenção o volume e o tipo de óleo utilizado no cárter e o seu período de troca. Fica-se conhecendo o consumo de óleo por hora dividindo-se o volume de óleo pelo número de horas de troca. Multiplicando-se o valor obtido pelo custo unitário de volume de óleo, teremos o custo-hora estabelecido.

- Óleo da transmissão. Caixa de mudança de marcha, diferencial e hidráulico.
- Óleo do purificador de ar.
- Óleo da caixa de direção.

A maneira para a determinação dos óleos da transmissão, do purificador de ar e da caixa de direção é a mesma seguida para a obtenção do custo/hora para o óleo do cárter.

— Graxa. Pesa-se a engraxadeira vazia, enche-se de graxa e pesa-se novamente. Assim feito, lubrifica-se os pontos que devem receber a graxa. Uma vez terminada a operação, pesa-se novamente a engraxadeira e estabelece-se a diferença de peso, a qual é dividida pelo número de horas recomendada para a lubrificação — 10 horas — e este valor multiplicado pelo custo unitário da graxa, nos dá o seu custo/hora.

Outros Processos. No entanto, outros, calculam os gastos em lubrificantes, como sendo de 20% do valor dos gastos em combustíveis por hora ou ano (para máquinas motoras).

— **Material de substituição periódica.** No trator, temos certas peças ou órgãos que devem ser substituídas periodicamente às quais não fazem parte do que chamamos de reparação.

Estas peças necessitam ser consideradas sob cálculos exatos, pois, seu valor irá influir no custo operacional do trator. Neste grupo observam-se as trocas de filtros de combustíveis e lubrificantes, velas, interruptores (platinado) etc., peças estas que serão substituídas em um determinado número de horas de uso, de acordo com a recomendação do fabricante da máquina.

A determinação do seu custo/hora é feito, considerando-se o preço das mesmas e dividindo-se pelo número de horas indicados para a troca ou substituição.

Reparações. Este gasto varia de acordo com uma série de fatores, tais como: processos de utilização do trator, habilidade e experiência do tratorista, manutenção e conservação e o tipo de trator.

O custo/horário das reparações é obtido, admitindo-se como sendo uma parcela do valor inicial do trator. É determinado, considerando-se durante a vida útil, um gasto em reparo, igual ao próprio custo.

Nestas condições, a sua obtenção será feita dividindo-se o preço inicial do trator, pelo número de horas de sua vida útil 10.000 horas — ou pelo tempo considerado no financiamento.

Alguns autores consideram o seu valor por ano e estabelecem o valor das reparações como 10% do seu custo inicial.

Outros englobam material de substituição periódica e reparações em um só título — reparos — e o seu cálculo é feito segundo a fórmula:

$$R = \frac{7 \text{ a } 8\% \text{ de } C_i}{t}$$

Onde: R = Reparos; C_i = Capital inicial; t = Número de horas de uso por ano.

Gastos com o tratorista. O salário do tratorista varia de região para região. Geralmente o salário corresponde a 1,5 vezes o salário mínimo da região mais de 20% de previdência social. O seu valor será estabelecido, dividindo-se o seu salário anual, por 1.000 horas, para efeito de cálculo do custo/horário. Não se aconselha a contratar tratorista por hora de trabalho, porque cabem a ele as operações de manutenção e conservação da máquina e outros serviços dentro da propriedade.

- Conclusão. O custo total horário do trator será o resultado da soma dos valores obtidos em:
- Custos fixos;
- Custos variáveis;
- Salário do tratorista.

Gastos com o Trator

Custos Fixos

Juros. O capital utilizado na aquisição do trator deve ser computado, como rendendo juros a base semelhante do que é obtido quando este capital é colocado no comércio.

O processo mais utilizado para calcular os juros é aquele que emprega o capital médio nos seus cálculos. Nestas condições, calcula-se do seguinte modo:

$$C_m = \frac{C_i + S}{2}$$

Onde: C_m = Capital médio; C_i = Capital inicial = \$ 20.000,00; S = Sucata ou valor de revenda = 10% de C_i .

$$C_m = \frac{\$ 20.000,00 + \$ 2.000,00}{2} = \$ 11.000,00$$

$$J = \frac{C_m \times i}{t}$$

Onde: J = Juros; i = Taxa anual de juros — como exemplo considerará 14%; t = N.o de horas de uso da máquina por ano - 1000 horas.

$$J = \frac{\$ 11.000,00 \times 0,14}{1000} = \$ 1,54 / \text{hora}$$

$J = \$ 1,54$ por hora ou \$ 1.540,00 por ano.

Para reduzir o custo do trabalho, é necessário elevar ao máximo o número de horas de uso por ano. Considera-se geralmente como valor para aplicação do trator a expressão de 1000 horas de trabalho anual.

Depreciação. No cálculo da depreciação, é necessário estimar o tempo em que o trator ou equipamento deverá ser amortizado.

O trator, após sua vida útil, ainda poderá ser vendido como sucata ou ferro velho (valor de revenda), sendo-lhe atribuído o valor de 10% do capital inicial.

Nesse caso, o valor que deverá ser amortizado, será então o preço ou o custo inicial do trator, menos 10%, portanto serão 90%.

$$D_p = C_i \times 0,90$$

T

Onde: Dp = Depreciação; Ci = Capital inicial; T = Número de horas de vida útil da máquina — 10 anos ou 10.000 horas.

Seguros. O capital utilizado na aquisição do trator tem necessidade de ser protegido pelo seguro do trator contra incêndio, acidentes, etc.

O seguro corresponde a uma taxa de 1 a 2% do capital segurado por ano.

No caso do trator ser obtido por financiamento, o seguro já é feito pelo banco ou firma financiadora.

Consideraremos, neste caso, 2%.

$$\text{Seg} = \frac{\text{Ci} \times 0,02}{t} = \frac{\$ 20.000,00 \times 0,02}{1.000} = \$ 0,40/\text{hora}$$

Seg. = \$ 0,40 por hora ou \$ 400,00 por ano.

Alojamento. O trator na propriedade agrícola deverá ficar abrigado e protegido em galpões. Para o cálculo da cota de alojamento, estabeleceremos a taxa de 1% sobre o capital inicial por ano.

No caso, do galpão já existir, calcula-se o custo do alojamento a partir dos valores gastos na sua construção.

$$\text{AI} = \frac{\text{Ci} \times 0,01}{t} = \frac{\$ 20.000,00 \times 0,01}{1.000} = \$ 0,20/\text{hora}$$

AI = \$ 0,20 por hora ou \$ 200,00 por ano.

Total dos gastos fixos/hora.

1. Juros	—\$ 1,54	por hora ou \$ 1.540,00 por ano
2. Amortização	—\$ 3,60	por hora ou \$ 3.600,00 por ano
3. Seguros	—\$ 0,40	por hora ou \$ 400,00 por ano
4. Alojamento	—\$ 0,20	por hora ou \$ 200,00 por ano

Total \$ 5,74 por hora ou \$ 5.740,00 por ano

Custos Variáveis

—Combustível. O consumo de combustível (óleo diesel) é de 4 litros por hora a razão de \$ 0,325 por litro, dando um total por hora de \$ 1,30.

—Lubrificante

—Carter. A capacidade de óleo do cárter é de 7 litros, ao preço de \$ 2,50/litro. O número de horas de substituição desse óleo é de 100 horas.

$$\text{Lub.} = \frac{\$ 2,50 \times 7}{100} = \$ 0,175/\text{hora}$$

—Graxa. O gasto total de graxa para lubrificar o trator é de 1 quilograma a razão de \$ 3,50/quilo. A lubrificação é feita diariamente — 10 horas.

$$\text{Graxa} = \frac{\$ 3,50 \times 1}{10} = \$ 0,35/\text{hora}$$

—Bacia de purificador de ar. A capacidade da bacia do purificador de ar é de 0,5 litro ao preço de \$ 2,50/litro. O período de troca, em geral, é de 10 horas.

$$\text{Bacia} = \$ 2,50 \times 0,5 = 0,12/\text{hora}$$

—Óleo da caixa de transmissão. A capacidade é de 30,28 litros a razão de \$ 3,50/litro. O período de troca é de 750 horas.

$$\text{Caixa trans.} = \$ 3,50 \times 30,28 = 0,14/\text{hora}$$

—Caixa de direção. A sua capacidade é de 1 litro a razão de \$ 3,50. O período de troca é de 750 horas.

$$\text{Direção} = \frac{\$ 3,50 \times 1}{750} = \$ 0,004$$

O consumo total de lubrificante é de \$ 0,789/hora.

Material de Substituição Periódica

— Filtros

— Filtro de combustível

Primário — o período de troca deste filtro é de 200 horas e o seu preço é de \$ 2,10. Dividindo-

se o preço pelo número de horas, teremos o valor de \$ 0,015/hora.

Secundário — o período de troca do elemento é de 1.000 horas e o seu custo é de \$ 7,54, o seu custo/hora será de \$ 0,0075.

— Filtro de lubrificante. O período de troca é de 200 horas e o seu custo é de \$ 2,19. O seu custo hora será de \$ 0,02/hora.

O total do material de substituição periódica, será de \$ 0,035/ /hora.

Reparações. Alguns autores estabelecem o valor do reparo entre 8 e 10% do capital inicial. Outros, consideram o custo inicial dividido pelo número de horas de vida estabelecido. No caso presente o número de horas de vida estabelecido foi de 5.000 horas.

$$R = \frac{\$ 20.000,00}{5.000} = \$ 4,00/\text{hora}$$

Gastos com o Tratorista

Considerando o salário do tratorista, da ordem de \$ 360,00 por mês, o seu salário hora será de \$ 4,32, calculado da seguinte maneira:

Salário mensal = 1,5 x Salário mínimo + 20% de previdência social. Salário mensal x 12 meses e dividido por 1.000 horas.

Total dos gastos variáveis

1. Combustível	\$1,30/hora
2. Lubrificante	\$0,789/hora
3. Material de subst. Periódica	\$0,035/hora
4. Reparações	\$4,00 /hora
Total	\$6,124/hora

Total geral dos custos

1. Custos fixos	\$5,74/hora
2. Custos variáveis	\$6,124/hora
3. Tratorista	\$4,320/hora
Total	\$16,184/hora

O custo/horário do trator no presente exemplo importa em \$ 16,184 por hora.

Cálculo do Custo-Hora do Arado

Ci = Capital inicial \$ 1.800,00

t = Número de horas de trabalho por ano — 200 horas

T = Tempo de vida útil — 2.500 horas — 12 anos

i = Taxa de juros — 14% ao ano.

Custos Fixos

$$\text{— Juros} = \frac{Ci \times i}{t} = \frac{\$ 1.800,00 \times 0,14\%}{200}$$

Juros = \$ 1,26/hora ou \$ 252,00/ano.

$$\text{— Depreciação} = \frac{Ci \times 0,90}{T} = \frac{\$ 1.800,00 \times 0,90}{2.500} = \$ 0,65/\text{hora ou } \$ 130,00 \text{ por ano}$$

$$\text{— Alojamento} = \frac{Ci \times 0,02}{T} = \frac{\$ 1.800,00 \times 0,02}{T} = \$ 0,180/\text{h ou } \$ 36,00/\text{ano}$$

Custos Variáveis

— Lubrificação

— Graxa = 0,500 gramas cada 10 horas — preço \$ 3,50 o quilo

G = \$ 0,175/hora ou \$ 35,00/ano.

— Reparações. O valor de reparações será de 50% do custo inicial, dividindo-se pelo número de horas — 2.500.

$$\text{Reparações} = \frac{\$ 1.800,00 \times 0,50}{2.500}$$

Reparações = \$ 0,36/hora ou \$ 72,00 por ano

Total dos gastos fixos = \$ 2,09 /hora ou \$ 418,00/ano

Total dos gastos variáveis = \$ 0,535/hora ou \$ 107,00/ano

\$ 2,625/hora ou \$ 525,00/ano



OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

Preparo Inicial do Solo

Introdução

O preparo inicial do solo compreende as operações necessárias para criar condições de implantação de culturas, em áreas não utilizadas anteriormente com essa finalidade. Desta maneira, as áreas referidas podem ainda estar cobertas de vegetação natural ou de alguma forma de regeneração desta, a qual deverá ser eliminada, e ainda necessitar alguma movimentação de terra, para tornar a superfície regular e facilmente trabalhável.

Assim, as operações que se caracterizam como preparo inicial do solo são principalmente as operações de desmatamento e, se forem necessárias, aquelas de movimentação de terra. Como a movimentação de terra só é feita em condições muito especiais, como, por exemplo, na sistematização de solos de várzeas, esta operação não será aqui considerada.

As operações de desmatamento se iniciam com a eliminação da vegetação, comumente conhecida como derrubada. Dependendo do tipo de vegetação encontrada, a derrubada resulta em troncos cortados sobre o solo e os tocos resultantes, ou então da vegetação com troncos e raízes sobre o solo. No primeiro caso, o arrancamento dos tocos terá de ser realizado em uma operação separada.

O material resultante da derrubada será então amontoado em leiras, na operação chamada enleiramento, a qual visa deixar uma área mínima de terreno coberto com a vegetação eliminada, que será posteriormente queimada.

Finalmente, se fará a limpeza do solo visando à eliminação de pequenas raízes ou ramos que não puderam ser levados até às leiras.

Fatores a serem considerados

Vegetação — constitui-se em um dos principais fatores a serem considerados, uma vez que, em função de sua caracterização se escolherá o método a ser utilizado no desmatamento, bem como se poderá fazer uma previsão do tempo necessário e dos custos envolvidos na operação. Por esse motivo, é necessária uma perfeita caracterização da vegetação, o que inclui a sua classificação e o levantamento de suas condições através de amostragens.

A vegetação normalmente encontrada em uma operação de desmatamento pode ser mata virgem ou suas diferentes formas de regeneração (capoeirão, capoeira ou capoeirinha) ou aquela típica de solos ácidos e de baixa capacidade de retenção de água, que são os cerradões, cerrado, campo sujo ou campo limpo.

No primeiro caso, a vegetação normalmente é de porte elevado e uniforme. Nos demais casos a vegetação constitui-se de árvores de caules tortos, casca grossa e cuja altura varia em função do tipo encontrado, ficando seu máximo em torno de 10-12 m.

Condições de solo — as condições de solo que afetam o desmatamento incluem a profundidade da camada superficial, o tipo de solo, o teor de umidade e a presença de rocha ou pedras.

Topografia — os acidentes de topografia, tais como matacões, cupins, etc., afetam ou mesmo

limitam a utilização normal de determinados equipamentos.

Chuvas e condições meteorológicas — as operações desde o corte até a queima são afetadas pelas variações de temperatura e o volume de chuva que ocorre durante as mesmas.

Finalidade do terreno — o terreno desmatado pode ser utilizado com diversas finalidades, tais como rodovias, barragens, culturas, etc., e o método a ser utilizado será escolhido em função dessa finalidade.

Derrubada de Mata Virgem ou Capoeirão

Na derrubada das matas virgens ou de capoeirões são utilizadas as lâminas cortadoras de árvores, acopladas em tratores de esteiras para o corte das árvores e o enleiramento do material cortado.

Lâminas Cortadoras de Árvores:

Existem dois tipos principais de lâminas cortadoras de árvores:

- Em ângulo, também chamada “ROME K/G”;
- Em V, ou lâmina FLECO. -

A lâmina ROME K/G é constituída pelas seguintes partes: ferrão, faca, borda cortante e barra-guia.

Ferrão — o ferrão se destina ao fendilhamento de árvores muito grandes, a fim de serem cortadas, bem como lascar os tocos quando ao cortar rente ao chão.

Faca — a faca é uma parte do ferrão, para cortar horizontalmente a parte do tronco rachada pelo ferrão, evitando que a madeira se feche sobre o mesmo, dificultando a sua retirada.

Borda cortante — a borda cortante ocupa a largura total da lâmina e sua principal função é cortar a vegetação de menor porte de forma contínua à medida que o trator se move para frente.

Barra-guia — tem por função empurrar o material cortado para frente e à direita, bem como proteger o trator e o operador. Esta barra não se destina a derrubar a árvore, devendo só tocá-la após a borda cortante. A Figura 1 ilustra a lâmina ROME K/G, vista de frente.

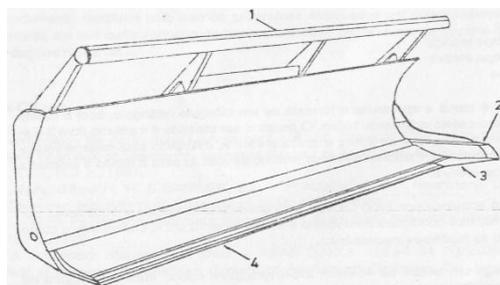


Figura 1. Lâmina ROME k/G. 1. Barra guia, 2. Ferrão, 3. Faca, 4. Borda cortante.

A lâmina a ser utilizada é montada sobre um chassi com o formato de um C, onde estão fixados os braços superior e inferior, com ambos os lados da mesma.

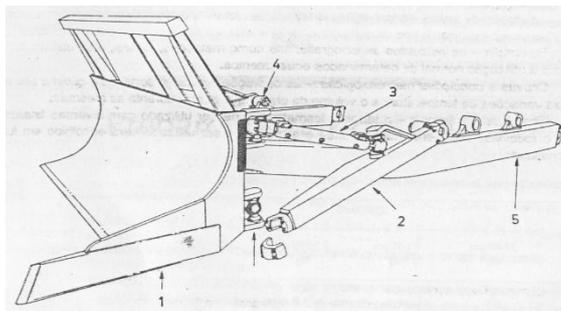


Figura 2. Chassi para montagem da lâmina ROME K/G. 1. Lâmina, 2. Braço Inferior esquerdo, 3. braço superior, 4. Braço inferior, 5. Armação "C".

Os braços superiores são utilizados para a regulagem do ângulo de ataque da lâmina, enquanto os braços inferiores podem ser utilizados para variar o ângulo horizontal da mesma, em relação à direção do deslocamento, quando o chassi em forma de C tem olhais com essa finalidade, como mostra a figura.

O levantamento ou abaixamento da lâmina é feito através de cilindros hidráulicos ou cadernal de roldanas e cabos de aço, conforme o trator estiver equipado.

A Tabela 1 fornece as características de diversas lâminas K/G, em função do trator utilizado.

Tabela 1. Lâmina ROME KJG

Modelo do trator	D5B	D6D	D7G	D8K
Modelo de lâmina	KGBA6B	KGBA6CA	KFBA7E	KGBA8
Largura total montado (m)	3,16	3,16	3,4	3,76
Peso (kgf)	1.520	1.530	2.350	3.090

A lâmina cortadora em V possui, como o próprio nome indica, duas secções formando um V, sendo a barra de corte serrilhada e tendo no centro o ferrão, como mostra a figura.

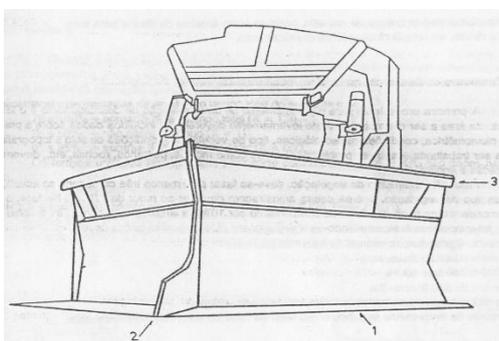


Figura 3. Lamina em V.

Derrubada com Correntão

Na derrubada de cerradão, cerrado ou campo, o equipamento mais utilizado é o correntão.

O correntão utilizado para derrubada pode ser um já usado anteriormente como amarra de

navio, ou pode ter sido adquirido novo para essa finalidade.



Figura 4. Correntão.

Destoca

Quando a derrubada é realizada por lâminas cortadoras de árvores, permanecem no terreno os tocos cortados. Para a mecanização de toda a área desmatada, há necessidade de se eliminar os tocos através da operação de destoca.

A destoca pode ser realizada com a própria lâmina cortadora de árvores, com lâminas utilizadas em terraplenagem ou com destocadores.

Caso seja realizada pela própria lâmina, a destoca é feita através do corte e da elevação das raízes principais e o arrancamento do toco através de sucessivos impactos com a lâmina.

A destoca pode ser realizada com implementos específicos, como o destocador frontal ou traseiro.

No destocador frontal existe um aríete central, que vai montado no arco de levantamento já referido para o trator de esteiras, o qual é utilizado para impacto sob o tronco, arrancando-o. Para tocos maiores existem um esporão, que pode ser utilizado para fendilhamento dos mesmos, facilitando o arrancamento. A figura ilustra um destocador comercial com esporão.

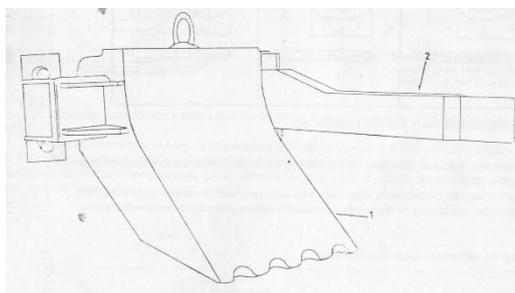


Figura 5. Destocador com esporão. 1. Aríete, 2. Esporão.

Rolo Faca

Na derrubada da vegetação arbustiva, encontrada em campos limpos ou sujos, pode ser utilizado o rolo faca par picamento da vegetação q qual poderá posteriormente incorporada ao solo, utilizando as grades aradoras.

O rolo faca constitui-se de um cilindro oco de chapa, sobre o qual são montadas as facas encarregadas de cortar o material vegetal. O cilindro pode eventualmente ser cheio de água, para aumentar seu peso e facilitar o corte da vegetação com caules mais espessos.

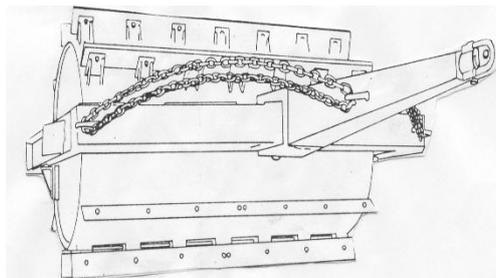


Figura 6. Aspecto do rolo-faca. 1. Rolo, 2. Faca, 3. Barra de tração, 4. Corrente.

Enleiramento

Após a derrubada da vegetação, por qualquer dos métodos já descritos, há necessidade de se amontoar o material de forma a ocupar a menor área possível do talhão. Esta operação de ajuntamento do material é comumente chamada enleiramento e as faixas de material amontoado são chamadas leiras.

O enleiramento poderá ser feito simultaneamente com a derrubada, ou em operação separada, dependendo das condições existentes na área a ser derrubada. Os equipamentos utilizados para o enleiramento também serão escolhidos em função do fato antes mencionado.

No desmatamento de mata virgem ou capoeirão, o enleiramento normalmente é feito após a derrubada. Nos outros tipos de vegetação, o enleiramento é feito após ou ao mesmo tempo em que a derrubada, dependendo da vegetação encontrada.

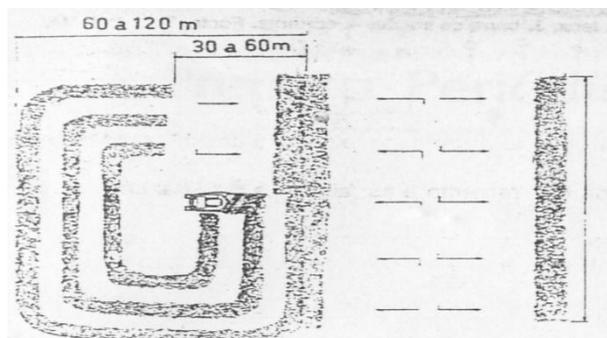


Figura 7. Operação de enleiramento.

Ancinhos Enleiradores

O ancinho enleirador normalmente é utilizado quando a derrubada não é feita através do uso da lamina ROME K/G. Este é constituído, basicamente, de três partes: dentes, lâmina protetora e barra defletora.

Os dentes têm por função empurrar o material vegetal, deixando o solo para trás e evitando, dessa forma, a raspagem excessiva de terras nas leiras, o que dificulta a queima.

A lâmina protetora dá rigidez ao conjunto e protege a parte frontal do trator contra impactos de ramos, raízes ou pedras.

A barra defletora auxilia o empurramento do material para a leira.

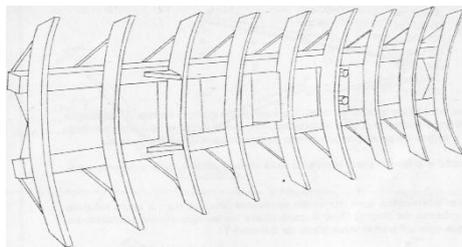


Figura 8. Ancinho enleirador.

Preparo Periódico do Solo

Introdução

Dá-se a denominação de preparo periódico às operações de movimentação do solo, com a finalidade de instalação periódica de culturas.

Desde os mais remotos tempos, essas operações têm sido realizadas com a finalidade de oferecer às sementes que serão colocadas no solo as condições que teoricamente seriam as melhores para o seu desenvolvimento. Não se deve esquecer, todavia, que as modernas técnicas de semeadura direta têm demonstrado que, para determinadas condições de solo, clima e culturas, é possível se obter uma produtividade tão boa ou, em alguns casos, até melhor que com os métodos tradicionais de preparo do solo e semeadura.

De qualquer forma, o preparo periódico do solo continuará a ser feito para as culturas ou condições onde não existe a possibilidade de utilização de técnicas de semeadura direta.

Arados de discos



Figura 9. Arado e discos.

Os arados de discos apresentam como principal vantagem, quando comparados com os de aiveca, o fato de possuírem como órgãos ativos, os discos que, para executar sua função, trabalham com um movimento de rotação e, portanto, são menos suscetíveis a impactos, uma vez que, ao encontrar um obstáculo qualquer, o disco rola sobre o mesmo, diminuindo a influência do impacto sobre estrutura. Por esse motivo, os arados de discos tiveram grande penetração no País, uma vez que os arados ideais para o preparo de solos feitos na abertura de novas áreas destinadas à agricultura, onde a presença de tocos e raízes impediam ou dificultavam o funcionamento dos arados de aivecas. Essa é uma das razões pelas quais ainda predomina no País o uso dos arados de discos, principalmente quando a tração é motorizada.

Ao cortar o solo, o arado de discos remove secções semicirculares, ficando a soleira de aração com um formato de ondas.

Cada fatia de solo é invertida através da rotação, o que produz inclinações menores da fatia de solo, quando comparadas com arados de aivecas.

A aração ou aradura é uma operação básica de preparo periódica do solo e utilizada desde longa data. Através do arado executamos o revolvimento do solo, visando colocá-lo em melhores condições para receber a semente.

Dentre os principais objetivos da aração podemos mencionar:

- a) Revolvimento do solo, expondo-o a ação dos agentes atmosféricos, melhorando as suas condições físico-mecânicas;
- b) Incorporação de restos de culturas, esterco, corretivos, adubos verdes, visando aumentar a fertilidade;
- c) Enterrio de cobertura vegetal, controlando as ervas daninhas;
- d) Proporcionar condições de solo, de modo a possibilitar a formação de um leito adequado ao desenvolvimento das culturas.

O arado é a máquina agrícola utilizada para essa operação e basicamente, corta, eleva, esboroa e inverte a camada de terra. Há dois tipos fundamentais: arado de discos e o de aivecas.

Em nossas condições, o arado de discos é comumente usado, mesmo em condições adversas, caso de solos secos e duros, pedregoso e, com raízes, ou pegajosos.

O órgão ativo é constituído por uma calota esférica (disco) de bordos afiados que gira em contato com o solo promovendo a inversão. A penetração dos discos é consequência do peso do arado e do ângulo de inclinação dos mesmos.

Normalmente, o ângulo vertical do disco (penetração) é de 15 a 25 e o ângulo horizontal (corte) entre 42 a 45. Os arados de discos tratorizados podem ser de arrasto, semi-montados ou montados.

Os arados de arrasto são constituídos por:

- Armação
- Colunas
- Discos (órgão ativo)
- Rodas de sustentação (roda guia, roda traseira de terra e roda traseira de sulco)
- Cabeçalho
- Mecanismo de levantamento (catraca e cilindro hidráulico)
- Alavancas de regulagem de profundidade
- Acessórios.

Os discos são presos à armação através das colunas e situados a certa distância um dos outros, girando em mancal com rolamentos. Para facilitar a inversão da leiva e evitar que o solo fique grudado na face do disco empregam-se limpadores.

Exemplos de dimensões de discos para arados e relação entre diâmetro e concavidade.

Diâmetro (d) Concavidade (c)

24"	3 1/2"
26"	3 3/4"
28"	4"
30"	4 3/4"
32"	5 1/4"

De acordo com o tipo de solo essa relação varia dentro dos limites

Solo compactado $c = 0,12 \text{ a } 0,15 d$

Solo solto $c = 0,16 \text{ a } 0,20 d$

A localização do CR (centro de resistência) de um arado de disco é ao nível do solo, na metade da distância entre os centros de resistência individuais do primeiro e do último disco. No caso de regulagem vertical do engate do arado de arrasto, é necessário que o C. R. e o engate da Placa-suporte e a barra de tração do trator esteja numa mesma linha. Se a placa-suporte estiver muito alta, a tendência do arado é penetrar mais no solo e Vice-versa, portanto, a regulagem vertical da placa-suporte está relacionada com a profundidade.

A regulagem horizontal do engate do arado é feita, de sorte que O CR do arado fique alinhado com a linha de tração do trator. O deslocamento horizontal da placa-suporte para a esquerda ocasiona um aumento na largura de corte e vice-versa.

Quando na aração se utiliza trator de rodas, os pneus do lado direito do trator devem estar dentro do sulco e com tratores de esteira estas se deslocarão na terra não arada.

O arado de disco pode ser fixo ou reversível, sendo que este apresenta um maior rendimento, pois, quando arando sempre retorna no Sulco anterior, ganhando tempo em manobras de cabeceiras. Em terrenos de maior declividade, opera com bons resultados, invertendo o solo para o mesmo lado.



Figura 10. Arado de discos.

Arados Montados

O arado de discos tipo montado é acoplado diretamente ao engate de 3 pontos do trator; é geralmente de menor capacidade que os de arrasto. É constituído de uma armação, colunas, discos, mastro, cavilhas de acoplamento, roda traseira de sulco e acessórios.

A armação ou chassis pode ser do tipo triangular ou tubular, sendo os discos presos através das colunas na árvore ou apoio da armação e giram em mancal de rolamento.

A regulagem do arado no sentido transversal é feita atuando-se na manivela do braço traseiro direito do trator; e no sentido longitudinal através do braço do 3.o ponto.

Arado de Aiveca

Sob o ponto de vista agrícola, o arado de aiveca executa um trabalho de melhor qualidade, a sua penetração no terreno é assegurada pela “sucção” da relha e requer um esforço de tração superior ao arado de discos. São usados para tração animal e de arados tratorizados.

Basicamente o arado de aiveca de arrasto apresenta: uma armação, colunas, aiveca (órgão ativo), sêga, catraca de levantamento ou Cilindro hidráulico, alavancas de profundidade, cabeçalho, roda de terra, roda dianteira de sulco, roda traseira de sulco e acessórios.

Órgão ativo é constituído pelos seguintes elementos:

Relha

Responsável pelo corte horizontal do arado e as partes mais importante são o gume e a chapa de encosto. A relha é a parte que mais se desgasta e pode ser de aço (solos argilo-arenosos), ferro fundido (solos pegajosos ou adesivos); ou ainda o aço de três camadas.

A ponta da relha deve ser recurvada para baixo (sucção vertical) e ligeiramente dirigida para o lado da terra não arada (sucção horizontal).

Aiveca

Sua finalidade é elevar, esboroar e inverter a camada de solo (leiva) cortada pela relha. São em geral feitas de aço carbono (SA2 1060) ou aço de três camadas.

Há uma diversificação de tipos de aivecas: para uso geral, alta velocidade; para restolhos; solos turfosos; pegajosos; solos *de campo* etc.

Sêga Circular

Executa o corte vertical da leiva; no arado de tração animal é substituída pelo facão. O diâmetro da sega influi na penetração da mesma. Assim, para uma mesma profundidade a resistência oferecida ao corte é proporcional ao seu diâmetro. O arado com sega circular requer menor esforço que o tipo facão.

Com relação ao engate, o cabeçalho do arado é orientado no sentido da linha de tração, que é a

reta imaginária que liga o CR do arado ao centro de tração do trator.

A regulagem da alça vertical do arado está relacionada com a profundidade e o da alça horizontal diz respeito à largura de trabalho.

Arado de aiveca montado

No arado de aiveca montado, o cabeçalho é substituído pelo sistema de engate “3 pontos”. com uma roda traseira de sulco. São de menores capacidades que os arados de arrasto e basicamente apresentam os mesmos órgãos.



Figura 11. Arado de aiveca montado.

Sistema de Aração

Para terrenos planos: aração em perímetro “fechando o quadro”, ou “abrindo o quadro”, são geralmente os sistemas empregados.

Para terrenos em declive: acompanhando as linhas de nível ou terraços.

Grades

Generalidades

A finalidade da grade é complementar o trabalho do arado, destorroando e nivelando o solo. Poderá ser utilizada antes da aração em terrenos com vegetação para picar o material ou em terreno Limpo para diminuir a presença de bolsas de ar presentes no solo.

Normalmente, a gradagem é feita após a aração, deixando o terreno em boas condições para a semeadura empregando-se nessa operação a grade de discos. A grade de dentes poderá ser usada para Limpeza da gleba, rastelando a vegetação para fora.

As grades poderão ainda ser aplicadas em outras condições; caso de incorporação de adubos e sementes a lanço; eliminação de ervas daninhas em culturas perenes e escarificação de pastagens.

Constituição

Considerando-se o órgão ativo, as grades podem ser: de discos, de dentes ou de molas.

Nas grades de discos que são as de uso corrente, os discos são montados em um eixo comum, separados por carretel, formando cada conjunto uma seção da grade. Assim temos grades de simples ação (2 seções), dupla ação (4 seções) e grades em forma de “V” (2 seções).

A armação trapezoidal é constituída por ferro-cantoneira, em 2 suportes verticais em cujas extremidades são montados os mancais de cada secção. Estes fazem a união entre as secções e a armação e transmitem a esta os esforços (axial e radial) exercidos sobre os discos. Os mancais são dotados de rolamentos e retentores.

Os diâmetros dos discos normalmente são de 16" a 24", e nas pesadas tipo ROME alcançam até 50", fazendo bom trabalho em material de cobertura volumosa. Os discos de bordos recortados são indicados para terrenos com vegetação alta e resistente ao corte, dando uma maior estabilidade a grade.

O eixo, o furo do disco e do carretel são quadrados para evitar que estes últimos girem sobre o eixo. Na extremidade central dos eixos há uma calota esférica para absorver os esforços exercidos sobre os mancais. Para auxiliar a limpeza dos discos são utilizados limpadores.

Grades montadas

As grades montadas, acopladas ao engate de 3 pontos do trator, dispensam regulagens entre as secções para o trabalho, pois, estas geralmente são rígidas a armação. As de arrasto são reguladas através de uma trava colocada no cabeçalho.

Grades de dupla ação

As grades de simples e dupla ação fazem um trabalho satisfatório de destorroamento e a tipo "V" promove um eficiente nivelamento do terreno.

Ensaio feitos mostraram que a grade de mola requer um esforço de tração significante maior que a de discos trabalhando em idênticas condições, enquanto que o esforço exigido pela grade de dentes é inferior às demais.

Grades de molas

Da mesma forma que nas grades de dentes, as de molas podem ter uma única regulagem, que é o ângulo de inclinação da mola com relação ao solo. As mesmas considerações feitas para as grades de dentes são válidas para as de molas.

As grades de molas podem ser usadas em terrenos com pedras, raízes e outros obstáculos os quais constituem problemas para os outros tipos de grades. São utilizadas mais como cultivadores na eliminação de ervas daninhas e escarificação do solo. Seu órgão ativo é uma lamina de aço flexível, recurvada e presa à armação por uma das extremidades.

Grades de dentes

As grades de dentes são mais empregadas para rastelar a vegetação para fora da gleba; o trabalho de gradagem e nivelamento é apenas regular.

Quando em trabalho as grades se deslocam a uma velocidade maior que o arado, mas dentro de

certos limites, pois, senão podem saltar sobre o terreno e prejudicar a operação. Quando há acúmulo de vegetação entre as secções (embuchamento), a solução é destravar a grade e dar marcha-ré ao trator. Com o tiro em V as curvas deverão ser feitas sempre do lado de menor angulo entre as secções

Manutenção

A manutenção para as grades de dentes e de molas se resume a reapertos e medidas contra a ferrugem, enquanto para a de discos inclui-se a lubrificação dos mancais com a introdução da graxa até a saída da anterior contaminada pela poeira.

A proteção das grades contra a ferrugem é feita pelo tratamento dos órgãos ativos com uma camada de graxa, óleo ou resina. Nas outras partes a pintura é recomendada. Um galpão deverá abrigar essas importantes máquinas após sua utilização.

Recomendações

Tipos de Trabalho	Grade Recomendada
<ul style="list-style-type: none">- Picagem de enterrio de restos de culturas e ervas daninhas (preparo do solo para aração)- Picagem e enterrio de adubos verdes	<ul style="list-style-type: none">- Grades de discos médias e pesadas, em V- Discos recortados e cortados/lisos, médios ou grandes (de 26 a 32 polegadas)
<ul style="list-style-type: none">- Destorroamento e nivelamento de áreas aradas (pós aração)	<ul style="list-style-type: none">- Grades de discos leves ou médias em X ou em V- Discos lisos e recortados pequenos (de 18 a 24 polegadas)
<ul style="list-style-type: none">- Escarificação de glebas com solos envidrados na superfície (principalmente pastagem)	<ul style="list-style-type: none">- Grades de discos, leves ou médias em V- Discos recortados, pequenos ou médios (18 a 28 polegadas)
<ul style="list-style-type: none">- Enterrio de sementes, fertilizantes, corretivos- Cultivos	<ul style="list-style-type: none">- Grades de discos leves, em V ou em X- Discos lisos e/ou recortados, pequenos
<ul style="list-style-type: none">- Primeiro preparo do solo após o desmatamento	<ul style="list-style-type: none">- Grades de discos pesadas, em V, de arrasto- Discos recortados, grandes (28 a 36 polegadas)
<ul style="list-style-type: none">- Desmatamento de vegetações de pequeno diâmetro (campo, pasto sujo, cerradinho)	<ul style="list-style-type: none">- Grades pesadas, de discos, em V, de arrasto- Discos recortados, grandes (28 a 36 polegadas)



Figura 12. Grade em V.

Enxada rotativa

Atualmente, com a evolução das máquinas agrícolas e aumento da potência dos motores dos tratores, a inversão e incorporação de qualquer material no solo, poderá ser feita através da tomada de força. Um exemplo é a enxada-rotativa que se utiliza da força de torção da tomada de força, (TDF) ao invés de tração como normalmente ocorre com as arados.

A potência recebida da tomada de força do trator é transmitida a um eixo rotor, dotado de flanges sobre as quais são presas as facas em forma de L e dispostas em posições opostas. A rotação dada ao rotor permite o corte e a desagregação do solo.

As enxadas são dotadas de uma caixa de transmissão, onde é possível mudar a combinação de engrenagens e com isso dispor de diferentes rotações das facas de acordo com o tipo do trabalho a ser feito. O nivelamento do solo poderá ser controlado através da regulagem de uma placa de impacto posterior. Sapatas de deslizamento facilitam o deslocamento da enxada ao mesmo tempo em que vários dispositivos de segurança são usados a fim de proteger a máquina contra eventuais choques.

A relação entre a velocidade de deslocamento do implemento e a rotação do rotor é importante no desempenho do conjunto e deverá ser bem observada. O insucesso das primeiras enxadas rotativas foi devido à inexistência dessa seleção de velocidades agora dotadas as facas.

No manejo das enxadas rotativas, deve ser observado que o acelerador do trator deve ser mantido a uma velocidade angular de regime isto é: a rotação do motor que fornece a velocidade angular padronizada da tomada de potência (540 ou 1000 rpm). Portanto, a velocidade de deslocamento do trator deve ser relacionada. Através das marchas e não pelo acelerador.

Com relação à enxada₁ com um número menor de facas por flange do rotor. Aumenta-se o tamanho dos torrões enquanto a variação da velocidade angular do rotor afeta mais a espessura das fatias de solo cortado quando há menor número de facas por flange.

Exemplificando, com 3 facas em cada flange variando-se a velocidade angular do rotor de 216 rpm para 122, a espessura das facas de solo é aumentada em 6 cm; com 2 facas é aumentada em 9,5 cm.

Além do preparo periódico do solo, que as enxadas realizam em apenas uma operação, deixando o terreno em condições de ser plantado, ao contrário do preparo convencional feito em 2 operações (aração e gradagem), ainda promovem uma incorporação eficiente de restos de cultura, adubos verdes, calcáreos, e outras matérias benéficas para o solo. Existem no mercado, enxadas de fabricação nacional, de diferentes larguras de corte, sendo que quando estreitas, são utilizadas para cultivo entre fileiras.

No atual conceito de cultivo mínimo, a enxada rotativa já contribui para uma menor mobilização e compactação do solo, com isso possibilitando tornar mais econômico a operação de preparo periódico do solo.



Figura 13. Enxada rotativa.

Subsoladores

Introdução

Os subsoladores, como o próprio nome indica, são implementos utilizados sob a superfície do solo para promover a desagregação de camadas compactadas, a fim de facilitar a penetração das raízes das culturas e da água para as camadas mais profundas do solo.

Devido ao fato de trabalharem a profundidades que podem chegar até 0,80 m, os subsoladores são implementos que requerem alta potência para sua utilização.

A correta utilização de subsoladores pressupõe conhecimentos suficientes sobre as características do solo trabalhado, tais como compactação existente, teor de umidade, cobertura existente na superfície, textura e estrutura e, ainda, das características necessárias para a operação como equipamento, como profundidade de trabalho, espaçamento entre hastes, dimensões e formatos das hastes, potência necessária etc.

Constituição

Os subsoladores normalmente se constituem de uma barra porta-ferramenta, das hastes, da ponta e de rodas de controle de profundidade.

A barra porta-ferramenta pode ser montada no sistema hidráulico de levantamento dos tratores, ou de arrasto, quando possui uma barra de tração para acoplamento ao trator.

A haste se constitui de uma barra de aço plana, com um formato que varia em função do fabricante. Normalmente, o formato da haste é reto, curvo ou parabólico. Como a haste é o principal elemento de corte do solo até a profundidade de trabalho da ponta, o seu formato tem grande influência na força de tração necessária para a operação.

A ponta é o elemento que se desloca sob a superfície do solo, realizando a desagregação de um volume de solo à sua frente. Esse volume de solo desagregado é uma função do teor de umidade do solo. Se este estiver com umidade excessiva, a ponta e a haste simplesmente cortam o solo sem desagregá-lo.

As rodas de controle de profundidade podem ser de metal ou com aro e pneu.

O controle de profundidade é feito através de chapas perfuradas ou de parafuso sem fim, dependendo do fabricante.

Características de Operação e Regulagens

Os principais parâmetros que influem na qualidade de trabalho realizado por subsoladores são a profundidade de trabalho e o espaçamento entre as hastes.

O volume do solo deslocado pelos subsoladores pode ser ainda aumentado através da adição de aletas à ponta dos mesmos.

Com relação à influência do formato na força de tração necessária, para se usufruir da menor força de tração com o formato parabólico da haste, há necessidade de se fazer o dimensionamento da haste, de forma que o trecho curvo da mesma fique totalmente fora do solo, a fim de evitar que este apresente componentes que forcem o subsolador para cima.



Figura 14. Subsoladores.

Sulcadores

Os sulcadores, como o próprio nome indica, são implementos destinados a abrir um sulco. Este sulco geralmente será utilizado para plantio ou semeadura de alguma cultura. Nada impede, porém, que, estes mesmos sulcadores sejam utilizados para outras finalidades, como, por exemplo, irrigação, controle de erosão, divisão de talhões, etc.

Os sulcadores têm sido utilizados com bastante intensidade principalmente em duas culturas de grande importância econômica, que são o milho e a cana-de-açúcar.

Constituição

A constituição básica de um sulcador inclui uma barra porta-ferramentas, onde uma ou mais unidades são fixadas, uma haste vertical e o sulcador propriamente dito.

Nos projetos mais antigos, o sulcador propriamente dito era montado rigidamente na haste. Como se pode concluir, o impacto com tocas ou pedras no campo era absorvido unicamente pela haste, a qual, via de regra se entorta ou quebra nesta situação.

O sulcador do tipo escamoteável, funcionando com duas molas de proteção, as quais se deformam durante o impacto e traz o sulcador automaticamente para a posição de trabalho, uma vez ultrapassado o obstáculo.

Na cultura do milho, a função do sulcador é abrir um sulco com aproximadamente 20 cm de profundidade e igual largura, no fundo do quais as sementes serão colocadas. À medida que as plantas

vão se desenvolvendo, vai se chegando terra à linha semeada, de forma que o sulco vai gradualmente desaparecendo. Este procedimento tem por fim assegurar a cada planta de milho um ancoramento mais profundo, que evita o tombamento da cultura durante a ocorrência de ventos fortes.

Na cultura da cana-de-açúcar, os sulcadores são bem maiores e mais reforçados que os anteriores, uma vez que se destinam à abertura dos sulcos onde serão colocados os toletes de cana, que servirão para a implantação da cultura. O sulco aberto neste caso tem uma profundidade em torno de 30-40 cm, com aproximadamente o dobro da largura.

A barra porta-ferramentas é bastante reforçada, para resistir aos esforços necessários à abertura dos sulcos com dimensões já citadas. Normalmente os sulcadores para o plantio de cana-de-açúcar são duplos, uma vez que essa geometria facilita a utilização do trator se deslocando fora dos sulcos abertos em passadas anteriores.

A haste do sulcador é construída em chapa de aço, afiada em bisei na face anterior que entra em contato com o solo.

Na haste do sulcador é fixada, de cada lado, uma asa de metal, cuja finalidade é deslocar o solo para cima e para o lado, dando formato ao sulco aberto no solo e uma ponta semelhante à descrita para os subsoladores. A distância entre essas asas é regulável através de chapas perfuradas ligadas a elas, podendo-se variar assim a largura do sulco aberto. As asas são montadas através de dobradiças, que dão às asas o movimento de rotação necessário para a regulação, ao mesmo tempo em que permitem a retirada das mesmas, transformando o sulcador em um subsolador de haste reta.

Características de Operação e Regulagens

Os sulcadores para culturas como o milho são utilizados montados na barra porta-ferramentas, de maneira que existe um sulcador na frente de cada linha a ser semeada. Neste caso, os sulcadores serão montados a uma distância entre si de 90 a 100 cm, de acordo com o espaçamento adotado para a cultura. O espaçamento entre os sulcadores deverá ser medido no centro da ponta de cada sulcador.

A profundidade de operação, que nestes sulcadores fica ao redor de 20 cm, é regulada através da braçadeira de fixação da haste à barra porta-ferramentas. Soltam-se os parafusos de fixação, regula-se para a profundidade requerida e apertam-se novamente os parafusos.

Se os sulcadores forem do tipo escamoteável, outra regulação é a tensão da mola de segurança, que é regulada através do parafuso existente para esse fim. Em condições de solos argilosos, a mola trabalha com toda a tensão e em solos arenosos, pode-se diminuí-la.

Para os sulcadores utilizados na cultura da cana-de-açúcar, as regulagens variam em função do tipo utilizado.

No caso do sulcador de uma única linha, montado em tratores de rodas, o sulcador é acoplado ao sistema de levantamento hidráulico do trator. Neste caso, deve-se fazer a regulação do nivelamento longitudinal e transversal do sulcador, de forma semelhante a já descrita para os arados.

A regulação da profundidade de trabalho é feita através da alavanca de controle do sistema

hidráulico de levantamento do trator.

A largura do sulco aberto é regulada pela posição das duas chapas perfuradas, e à medida que se coloca o parafuso de trava nos furos mais externos, aumenta-se a largura do sulco.

Quando a operação é executada com um único sulcador, devido à distância entre sulcos, dificilmente se consegue evitar que o trator trabalhe com a roda fora do sulco aberto na passada anterior. Para evitar esse problema, recomenda-se executar a sulcação com dois sulcadores. Neste caso, uma regulagem adicional é a do espaçamento entre os sulcadores, que deve ser igual ao espaçamento entre linhas pretendido para a cultura. A distância entre os sulcadores deve ser medida no seu centro. Na montagem de dois sulcadores o centro da barra porta-ferramentas fica vazio e cada sulcador é montado distante do centro da barra, de meia distância entre sulcos. No caso de três sulcadores, um sulcador é montado no centro da barra e os outros dois de cada lado do central.

Semeadoras

Histórico

A ideia de semear utilizando-se máquinas é muito antiga e já era comum aos persas e hindus, muito embora a ideia não tenha sido adotada pelos europeus até o final do século XVII.

A primeira semeadora européia foi desenvolvida em 1636 por Joseph Locatelli de Corinto, recebendo o nome de sembradore. Esta máquina se constituía basicamente de um depósito cilíndrico de madeira, contendo um eixo rotativo dotado de conchas, as quais jogavam as sementes em tubos que as conduziam até perto do solo. Esta semeadora não colocava as sementes no interior do solo, mas em fileiras na sua superfície.

No final do século XVII, a semeadora de Locatelli foi aperfeiçoada pelo inglês Jethro Tull, o qual reconheceu as vantagens da semeadura mecânica em um solo preparado convenientemente. Em 1785 James Cook projetou uma semeadora, cujo princípio chegou até os dias atuais, e foi extensivamente utilizada na Inglaterra.

Nos Estados Unidos a primeira patente para uma semeadora de milho foi fornecida em 1839, para D. S. Rockwell. A primeira fábrica de semeadoras, no caso para a semeadura de forragens, foi a de William T. Pennock em East Marlboro, Pennsylvania em 1840. Alguns anos mais tarde, em 1879, já 53% da semeadura do trigo nos Estados Unidos era feita com semeadoras.

A partir dessas primeiras patentes e invenções, inúmeras semeadoras surgiram no mercado mundial para as mais diversas culturas, tais como as semeadoras pneumáticas cuja utilização em larga escala se iniciou em 1974.



Figura 15. Semeadora.

Nomenclatura

Existe muita confusão em torno do termo adequado para caracterizar as máquinas destinadas à semeadura das diferentes culturas. É muito comum na prática a utilização dos termos semeadeiras, plantadeiras, etc., com o mesmo significado ou então a utilização do termo semeadeira para as máquinas que semeiam grãos miúdos e plantadeiras para as máquinas que semeiam grãos graúdos. Em primeiro lugar, o sufixo “ora” deve ser preferido na designação dessas máquinas, uma vez que o sufixo “eira” muitas vezes é utilizado com caráter pejorativo.

Nas discussões aqui feitas, será utilizado o termo semeadora para designar as máquinas que dosam e colocam no solo exclusivamente os grãos utilizados na instalação de culturas comumente chamados de sementes. Se a máquina, ao mesmo tempo em que dosa e coloca as sementes no solo também executa a mesma operação para os adubos ou fertilizantes, a máquina será então designada por semeadora-adubadora.

O termo plantadora deverá ser reservado exclusivamente às máquinas que dosam e colocam no solo partes vegetativas das culturas a serem implantadas, tais como tubérculos (batata), colmos (cana-de-açúcar, mandioca), bulbos (alho) etc. Se a máquina dosa e coloca ao mesmo tempo os adubos ou fertilizantes, deverá ser designada por plantadora-adubadora.

Finalmente, o termo transplantadora deverá ser reservado àquelas máquinas que dosam e colocam no solo plântulas ou mudas das culturas a serem implantadas.

Classificação das Semeadoras

Existem diversas maneiras para se classificar as semeadoras, e a classificação aqui utilizada se baseia na sugerida pelo Comitê de Estudos de Semeadoras e Plantadoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Quanto à Forma de Distribuição:

- Em Linha
- Contínua
- De precisão

- Em quadrado
- Em grupos
- A Lanço
- Aéreas
- Terrestres

Na distribuição em linha contínua, as sementes são distribuídas em linha, porém não existe uma precisão na colocação das sementes, de forma que existe variação do número e posição das sementes na linha.

Na distribuição de precisão as sementes são dosadas, de preferência uma a uma, e o espaçamento entre sementes é bastante uniforme, sendo a variação do número e a posição das sementes na linha muito pequenas.

A semeadura em quadrado não é utilizada no Brasil, e mesmo em países de agricultura mais desenvolvida, essas semeadoras quase não são mais utilizadas. A principal dificuldade na utilização deste tipo de semeadura é a necessidade de se colocar guias no terreno, para o acionamento dos mecanismos dosadores das sementes, o que sem dúvida aumenta a mão-de-obra utilizada.

A distribuição de sementes em grupos é uma variação da semeadura em covas utilizada, quando a semeadura era feita manualmente. Este tipo de semeadura pode ser utilizado quando se requer uma maior profundidade de semeadura, ou quando o poder germinativo das sementes é muito baixo.

No processo de semeadura a lanço, as sementes são jogadas ao acaso sobre a superfície a ser semeada. Por se tratar de um processo em que as sementes são distribuídas como se fossem projéteis, não raro as sementes são embebidas para aumentar o seu peso e permitir o lançamento a distâncias maiores.

Quanto à Forma de Acionamento:

As semeadoras podem ser: manuais, de tração animal, motorizadas e tratorizadas (montadas, semimontadas, de arrasto).

As semeadoras manuais são aquelas acionadas exclusivamente pelo próprio operador.

As semeadoras de tração animal são aquelas tracionadas por animais. No Brasil, normalmente essas semeadoras são tracionadas por mulas ou bois.

As semeadoras motorizadas possuem os elementos dosadores acionados por motor de combustão interna independente, cuja função é só acionar esses dosadores, sendo o deslocamento da semeadora feito através de qualquer outra forma de acionamento.

Como exemplo deste tipo de máquina pode-se mencionar as hidrossemeadoras, onde o motor independente é responsável pelo acionamento da bomba centrífuga dosadora, sendo o conjunto montado em caminhão, carreta ou qualquer outro meio de deslocamento.

As semeadoras tratorizadas são acionadas e deslocadas pelos tratores agrícolas. Dependendo da forma como estão acopladas aos mesmos podem ser montadas (quando acopladas ao sistema hidráulico de levantamento de três pontos dos tratores agrícolas), semimontadas (quando acopladas apenas nos dois pontos inferiores do sistema hidráulico de levantamento de três pontos) de arrasto (quando acoplada por um único ponto ao trator, normalmente a barra de tração).

Quanto ao Tamanho das Sementes

As sementes das culturas, independentemente da família botânica a que pertencem, variam muito de espécie para espécie. De um modo geral as sementes das Gramíneas são miúdas, exceção feita ao milho, e das Leguminosas são graúdas (feijão, soja, amendoim, etc.).

Devido a essa grande variação de tamanhos, normalmente as semeadoras diferem bastante caso sejam projetadas para sementes miúdas ou graúdas. Na prática convencionou-se chamar as semeadoras de grãos graúdos de plantadoras, sendo esse um vício de linguagem que deverá ser suplantado para se evitar confusões no futuro. O aspecto geral das semeadoras para esses dois tipos de grãos difere tanto, que um rápido exame visual permite concluir que tipo de semeadora se tem pela frente.

Quanto ao Mecanismo Dosador de Semente

O mecanismo dosador de sementes tem por função dosar as sementes requeridas e conduzi-las a uma abertura de saída. Quanto ao mecanismo dosador, as semeadoras podem ser classificadas como segue:

Em linha

vertical

inclinado

Disco perfurado horizontal

Cilindro canelado

Correia perfurada

Discos alveolados

Dedos preensores

Orifício regulador

Pneumático

A Lanço

Rotor centrífugo

Canhão centrífugo

Difusor.

Quanto ao Material Dosado

Semeadora — quando apenas as sementes são dosadas e colocadas no solo.

Semeadora-adubadora — quando, além das sementes, a máquina dosa e coloca no solo o adubo a ser utilizado na cultura.

Semeadora-adubadora-calcareadora — quando, além das sementes e adubos, a máquina dosa e coloca o calcário destinado a corrigir a acidez do solo.

Semeadoras adubadoras

Constituição

Geralmente as semeadoras-adubadoras se constituem de um chassi básico, dos mecanismos dosadores de sementes e adubos, dos depósitos de sementes e de adubos, dos sulcadores para sementes e adubos, dos mecanismos cobridores de sementes, das rodas compactadoras, das rodas de controle de profundidade de semeadura e das rodas de sustentação. Existem, todavia, diferenças fundamentais, caso a semeadora-adubadora seja para sementes graúdas ou miúdas.

Semeadoras-Adubadoras para Sementes Graúdas

Chassi

O chassi básico das semeadoras-adubadoras para sementes graúdas possui características bastante diversas, caso a máquina completa seja montada ou de arrasto. A máquina montada é aquela totalmente suportada pelo sistema de levantamento hidráulico de três pontos do trator. Por esse motivo, a peça principal do chassi dessas semeadoras normalmente é uma barra porta-ferramenta, cujo projeto varia entre fabricantes, mas se caracteriza por possuir sempre um engate com dois pinos inferiores e uma torre, os quais devem se acoplar perfeitamente ao sistema hidráulico de levantamento. Para que haja esse acoplamento perfeito, existem normas para as dimensões do engate de três pontos do implemento e do trator. Para as semeadoras-adubadoras e tratores agrícolas, as normas a serem utilizadas são aquelas da ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A barra porta-ferramenta das semeadoras-adubadoras montadas deve ter uma largura suficiente para acomodar as unidades semeadoras, as unidades adubadoras, eventualmente as rodas laterais de suporte e acionamento da máquina e os sulcadores utilizados para abertura dos sulcos para as sementes e adubos em todas as culturas de cereais e grãos.

O chassi básico das semeadoras-adubadoras de arrasto consta principalmente de dois conjuntos: o chassi propriamente dito e a barra de tração. O chassi propriamente dito é construído com cantoneiras e chapas de aço, formando um quadro rígido, sobre o qual são montados os demais componentes das semeadoras.

A barra de tração nestas semeadoras normalmente é constituída de chapas de aço dobradas e se constitui na ligação entre o chassi básico da máquina e o ponto de engate na barra de tração do trator.

O chassi da unidade semeadora tem por função principal suportar os sistemas dosadores de adubos e sementes e unir estas unidades à barra porta-ferramenta.

De acordo com o tipo de construção utilizada, os chassis das unidades semeadoras podem ser pivotado, biarticulado e com pantógrafo. Outras variações e combinações desses tipos podem aparecer nas semeadoras comercializadas.

Dosadores de Sementes

Discos Perfurados

O mecanismo dosador de disco perfurado se constitui de um disco dosador com furos redondos, oblongos ou de formato especial, localizados concentricamente ou nas bordas dos discos. Dependendo do projeto da semeadora, esses discos perfurados podem ser verticais, inclinados ou horizontais.

Os sistemas dosadores mecânicos de discos horizontais se constituem normalmente de uma base fundida, que sustenta um eixo dotado de um pinhão e engrenagem de acionamento. Este pinhão aciona uma coroa que possui um pino chanfrado de ambos os lados, o qual aciona o disco dosador.

Sobre o disco dosador se localiza um platô, cuja função é limitar as sementes que se alojam nos furos do disco e empurrá-las para fora quando os furos coincidem com a abertura de saída de sementes.

Os sistemas dosadores de discos perfurados inclinados são muito semelhantes aos anteriores e se caracterizam principalmente pela inclinação do disco, do qual apenas a parte inferior se encontra mergulhada na massa de sementes do depósito, diminuindo desta forma a altura da coluna de sementes sobre o disco e, portanto, a quebra ou danos produzidos nas sementes.

O princípio de dosagem das sementes se baseia na rotação do disco inclinado, que mergulha na massa destas; cada orifício é preenchido por uma ou mais sementes, estas são elevadas para fora da sua massa e ao coincidirem com a abertura de saída, caem pelo tubo condutor de sementes.



Figura 16. Dosadores de sementes.

Correias Perfuradas

No mecanismo dosador de correias, as sementes são dosadas através de furos projetados para cada dimensão da semente a ser semeada, dispostos linearmente em correias de largura e espessura adequadas. O material mais comumente utilizado na fabricação dessas correias é o náilon.

Durante o funcionamento da semeadora, a correia perfurada passa sob a massa de sementes contida no depósito, ocasião em que uma ou mais sementes se alojam nos orifícios dosadores. Quando a correia que transporta as sementes passa sobre o orifício de salda, as sementes são expelidas para o tubo de sementes, que as conduz para o solo.

O dosador de correias perfuradas se adapta bem para a dosagem de sementes muito sensíveis às falhas mecânicas, tais como as de amendoim.

Dedos Prensosores

O dedo prensor se constitui de uma pequena chapa curva, pivotada, que se fecha sobre cada semente sob a ação de molas. Os dedos prensosores estão dispostos concentricamente em um disco vertical, de forma que cada dedo ao mergulhar na massa de sementes prende somente uma delas e a eleva no movimento de rotação do disco até a abertura de saída das sementes.

O dedo prensor é um dosador mais recomendado para sementes graúdas, como as de milho.

Pneumáticos

Os dosadores pneumáticos de sementes atualmente existentes no mercado utilizam o vácuo ou a pressão como princípio de separação e prensão da semente até a abertura de salda. O vácuo é formado por uma corrente de ar atravessando cada orifício dosador. Sendo esta corrente de ar aspirada, a pressão é formada por uma corrente de ar soprada pelo orifício dosador, daí poder-se classificar os dosadores pneumáticos como sendo de sopro ou sucção.

Os dosadores pneumáticos de sucção constam de uma base para o depósito de sementes, que também funciona como apoio do disco dosador, normalmente vertical e com uma ou mais fileiras concêntricas de furos, e uma tampa que fecha o conjunto, deixando apenas uma salda para as sementes dosadas. Neste caso, como o ar é aspirado, as sementes são presas na parte externa do disco dosador, sendo liberadas quando o vácuo em cada orifício é neutralizado, por um obturador ou quando o disco passa bem ajustado na parte sólida da base.

A forma de montagem desses componentes nos mecanismos dosadores varia de fabricante para fabricante, mas o efeito final desejado é sempre a separação de uma única semente por orifício do disco, independentemente de sua forma ou tamanho, sem nenhuma falha mecânica.

Os dosadores pneumáticos têm como principais vantagens a precisão na dosagem de sementes uma a uma e a ausência de danos provocados nas sementes durante o processo de dosagem. Todavia, mesmo nos dosadores pneumáticos, devido à grande variação do tamanho e forma das sementes, há necessidade de diversos tipos diferentes de discos, com orifícios adequados às diversas sementes e às vezes inclusive com duas fileiras concêntricas de furos nos discos.

Os dosadores pneumáticos de sopro mais comuns têm uma constituição bastante semelhante aos anteriores, sendo uma das variações o fato de as sementes serem normalmente presas pelo lado interno do disco dosador vertical. Neste caso, o dosador é constituído pela base que suporta o depósito

de sementes e o disco que fica em contato com essa base. As sementes neste caso ficam contidas atrás do disco.

Alguns dosadores de sopro têm uma constituição bastante diferente da anterior, sendo os orifícios dos discos dosadores verticais de formato cônico, colocados na borda dos mesmos e, sendo a singulação das sementes feita pela corrente de ar soprada sobre o orifício, a qual retira o excesso de sementes, deixando apenas uma por orifício.

A principal vantagem desse tipo de dosador é a necessidade de um número menor de discos dosadores, para acomodar os diversos formatos e tamanhos de sementes, uma vez que os orifícios são cônicos.

Canecas

O dosador de sementes de canecas foi inventado por Garret em 1844 e constava inicialmente de uma série de discos montados em um eixo comum, sendo fixados em cada disco canecas que removiam as sementes do depósito e as descarregavam em tubos ligados a sulcadores.

Este tipo de dosador tem sofrido modificações ao longo do tempo, sendo atualmente disponíveis no mercado, principalmente no exterior. Uma das modificações introduzidas é a montagem de cada caneca em um sistema de manivela, que dá a cada caneca um pequeno movimento de rotação que auxilia a liberação das sementes.

Dosadores de Adubos

As semeadoras-adubadoras, como o próprio nome indica, colocam no solo as sementes e o adubo simultaneamente. Para isto dispõem da mesma forma como são utilizados para as sementes, de dosadores de adubos. Estes diferem em sua construção dependendo da semeadora e da preferência do fabricante por um ou outro tipo de dosador.

Helicoidal

O dosador helicoidal consta de um parafuso colocado sob o depósito de adubo, sendo a quantidade deste variada através de um sistema de transmissão por engrenagens.



Figura 17. Dosador helicoidal.

Rotores Dentados

Os dosadores de adubos de rotores dentados foram os primeiros a surgir, tendo sido utilizados em quase todos os modelos de semeadoras de grãos miúdos fabricados no passado. Continuam a ser

utilizados intensivamente nestas semeadoras, devido à sua construção simples e precisão adequada.

Estes dosadores são montados no fundo do depósito de adubos das semeadoras e se constituem basicamente de um rotor dentado, horizontal, que gira sobre uma placa de apoio que contém o orifício de saída do adubo. O rotor recebe o movimento de rotação a partir de um eixo único, que recebe o movimento de rotação das rodas de sustentação da máquina, transmitindo essa rotação ao rotor dosador. A composição do fundo do depósito de adubo de uma semeadora, e a forma de montagem dos rotores dosadores. A quantidade de adubo que é empurrada pelo rotor para o orifício de saída é regulada através de uma lingueta ajustável, que controla a espessura da camada de adubo que é empurrada pelos dentes do rotor.

Discos Horizontais Rotativos

Os dosadores de discos horizontais rotativos são utilizados normalmente em semeadoras para grãos graúdos, onde existem dosadores e depósitos de adubos individuais, para cada linha de semeadura.

Neste caso, o dosador consta basicamente de um disco liso rotativo, acoplado a uma engrenagem coroa, que gira contra uma lingueta raspadora. A lingueta raspadora direciona o adubo para o tubo de saída, à medida que o disco rotativo empurra o adubo contra a mesma. A dosagem da quantidade de adubo aplicado é função da abertura da janela de saída, que varia em função da rotação do depósito de adubo, o qual é solidário ao anel fundido.

Rotor Vertical Impulsor

O rotor vertical impulsor é um dosador constituído por secções impulsoras de chapa, ferro fundido ou náilon, que fixadas a um eixo de acionamento adquirem uma dupla função: agitação e impulsão do adubo para fora da janela de saída. A dosagem de adubo é ajustada, regulando-se a posição da chapa deslizante, que funciona como janela de saída regulável. Os fabricantes que utilizam esse tipo de dosador afirmam que uma de suas principais vantagens é a uniformidade de aplicação do adubo.

Correias ou Correntes

Os dosadores de correias ou de correntes se constituem de uma correia ou corrente que trabalham sob o fundo do depósito de adubo, dosando a quantidade de material a ser aplicada pelo transporte através de uma janela de abertura regulável.

Cilindros Canelados

O dosador de adubos de cilindros canelados é idêntico ao descrito para as sementes

Sulcadores

Os sulcadores, como o próprio nome indica, se destinam a abrir sulcos no solo para a colocação

de sementes, adubos ou mesmo defensivos agrícolas.

A abertura dos sulcos visa à colocação das sementes e adubos à profundidade adequada para cada espécie, mantendo entre estas as distâncias recomendadas.

Nas semeadoras, os sulcadores são geralmente de enxadas, facões ou discos, variando para cada fabricante em função de seu nível tecnológico.

Sulcadores de Enxada

Os sulcadores de enxadas são utilizados de preferência em solos bem desenvolvidos do ponto de vista da mecanização, sem tocos, raízes ou excesso de restos de cultura, visto que nestas condições eles têm tendência a se romper ou sofrer embuchamentos.

Os sulcadores de enxadas normalmente se constituem de uma coluna de fixação, geralmente acoplada à barra porta-ferramenta da semeadora, sendo fixada nesta coluna a enxada propriamente dita. Esta enxada pode ser de formatos os mais diversos, dependendo do tipo de cultura a ser semeado; a enxada para a semeadura de milho, por exemplo, possui asas bem longas, necessárias para a abertura de um sulco com aproximadamente 20 cm de largura e 15 cm de profundidade. Já para a cultura de soja, a enxada tem a forma comumente conhecida como cinzel. A maioria dos sulcadores de enxadas encontrados no comércio são variações destes dois tipos básicos.

Em geral, imediatamente atrás da enxada sulcadora, está localizado o tubo condutor de adubo ou de sementes, de forma que estes são depositados nos sulcos simultaneamente com abertura destes.

Parte do solo removido pelo sulcador retorna imediatamente para dentro do sulco, fechando-o parcialmente sobre o adubo ou sobre as sementes.

A montagem das enxadas nos sulcadores varia de acordo com o tipo de semeadora utilizada e também da preferência do fabricante por um ou outro tipo de enxada.

Sulcadores de Facão

Os facões são, a exemplo das enxadas, utilizados em sulcadores em condições favoráveis de solo, tais como solos arados e gradeados, livres de tocos, pedras e excesso de restos de cultura.

Estes sulcadores são de construção bastante simples e por esse motivo ainda são utilizados em larga escala nas semeadoras.

A forma desses sulcadores de facão também varia com o fabricante e o projeto da semeadora. Constam de uma maneira geral de uma carenagem de chapa de metal responsável pela abertura do sulco e uma parte posterior mais larga que encerra o tubo condutor, de adubo ou de sementes.

Sulcadores de Discos

Os sulcadores de discos são os que melhor se adaptam a condições de solo mais difíceis, como aquelas encontradas em solos recém-desbravados, onde existam raízes, pedras e restos de vegetais.

Estes sulcadores pelo fato de rodarem, em vez de deslizarem sobre o solo, têm uma maior

facilidade para abrir os sulcos necessários e cortar palhas ou restos de vegetais que se encontram sobre a superfície do solo. Podem ser de discos simples ou duplos, conforme utilizem em sua construção um ou dois discos.

Os sulcadores de discos simples são comumente utilizados nas semeadoras de grãos miúdos e, apesar da vantagem evidente sobre os de enxadas ou facões, não resultam em uma colocação precisa do adubo ou semente pelo fato de abrir o sulco por um só lado.

Os sulcadores de discos duplos permitem a colocação mais precisa do adubo ou das sementes, por abrir um sulco através do corte e compressão do solo, na forma de um V. No fundo deste “V” é depositado o adubo ou a semente, ficando, portanto, ambos precisamente colocados no solo.



Figura 17. Sulcador de disco.

Controle de Profundidade e Compactação

O controle da profundidade de colocação e da compactação sobre as sementes é feito na maioria das semeadoras de grãos graúdos através de articulação com furos ou entalhes de regulagem, ligadas à roda compactadora.

Nas semeadoras de tração animal os entalhes são preferidos, uma vez que, desta forma, a mudança da profundidade de semeadura pode ser controlada com o pé.

Nas semeadoras projetadas para uso com tratores, a regulagem de profundidade é feita através de chapas perfuradas e pinos de engate rápido ou parafusos.

Como a profundidade de semeadura depende da diferença de nível entre o sulcador e a roda de controle de profundidade, quanto maior esta diferença de nível, maior a profundidade da semeadura. Uma maior profundidade é conseguida deslocando-se a barra perfurada para baixo e colocando-se o pino de engate rápido mais para cima.

Na maioria das semeadoras para sementes graúdas o controle da compactação sobre estas é realizado pela roda ou rodas de controle de profundidade.

A fim de evitar os efeitos nocivos da compactação excessiva, as rodas de controle de profundidade e compactação são construídas em duas secções laterais, deixando um espaço vazio entre essas secções.

Desta forma, assegura-se que a compactação não é realizada diretamente sobre as sementes, porém lateralmente, deixando o solo sobre as sementes solto e menos suscetível à formação de crostas.

Uma boa solução para se obter um sistema de compactação satisfatório é utilizar duas rodas compactadoras individuais, com a distância e o ângulo entre elas ajustável.

Em solos pegajosos, existe a tendência de a roda compactadora ir acumulando o solo úmido sobre a banda de rodagem. Este fato exige a colocação de limpadores nas rodas compactadoras, uma vez que o diâmetro da roda está associado à quantidade de sementes distribuídas, pois as rodas compactadoras, via de regra, são utilizadas como elemento de acionamento dos dosadores das sementes.

Os limpadores, porém, se constituem numa solução que aumenta o patinamento das rodas compactadoras. Por esse motivo uma solução mais adequada é a utilização de pneus de borracha sem câmara, adaptados nas rodas compactadoras ou em aros especiais. Como esses pneus são flexíveis, impedem o acúmulo de solo sobre a banda de rodagem.

Os projetos desses pneus são os mais diversos, dependendo do fabricante.

Alguns desses pneus possuem estrias para auxiliar no acionamento dos mecanismos dosadores de sementes, diminuindo o patinamento e possibilitando uma maior uniformidade de distribuição das sementes. Outros possuem alívio central para evitar o excesso de compactação sobre as sementes sensíveis a esse fator.

Outros ainda possuem saliências para compactar diretamente sobre a semente, quando esta exige este cuidado, como a semente de beterraba.



Figura 18. Controlador de profundidade.

Sistemas de Acionamento

Os sistemas de acionamento utilizados nas semeadoras são dos seguintes tipos:

- De engrenagens
- De engrenagens e correntes
- De eixo
- Mistos

No sistema de acionamento de engrenagens, o acionamento dos sistemas dosadores de sementes e de adubos é constituído puramente por engrenagens em contato permanente, podendo as rotações serem variadas pela mudança de posição das engrenagens.

No sistema de engrenagens e correntes, o movimento de rotação é gerado por engrenagens e transmitido por correntes.

Este sistema possibilita uma combinação maior de relações de transmissão, com um menor número de engrenagens. Além disso, este sistema apresenta como vantagem o fato de ser compacto e permitir facilmente a variação do espaçamento entre linhas.

No sistema de acionamento com eixo, o movimento de rotação é gerado por um sistema de engrenagens de coroa e pinhão e é transmitido através de um eixo. Este sistema apresenta a vantagem de ser menos suscetível à ação de tocos e raízes no terreno, porém tem desvantagem de dificultar a variação de espaçamento entre linhas, pelo fato do sistema exigir maior espaço e ter uma fixação mais complicada que a das engrenagens.

Nos sistemas de acionamento mistos, existe uma combinação de dois ou mais dos sistemas já descritos. Por exemplo, o sistema de dosagem das sementes é acionado por engrenagens e correntes e o sistema de dosagem do adubo é acionado por um sistema de engrenagens.

Cobridores de Sementes

Os cobridores de sementes, como o próprio nome indica, têm por função jogar sobre as sementes a terra que foi retirada pelos sulcadores, de forma a cobri-las uniformemente, assegurando a proteção adequada contra pássaros e roedores e, ao mesmo tempo, a umidade e temperatura necessários à completa germinação das sementes.

Os cobridores de sementes nas semeadoras de grãos graúdos mais simples são constituídos por chapas de aço, dobradas no formato adequado para executar as funções mencionadas anteriormente. Alguns fabricantes utilizam molas, encarregadas de manter os cobridores na posição de trabalho.

Nas semeadoras, construídas com maiores recursos tecnológicos, os cobridores de sementes podem conter discos cobridores, montados com rolamentos de esferas e reguláveis para se obter a quantidade de cobertura adequada a cada cultura. Os discos cobridores apresentam como vantagem imediata o fato de não acumular restos vegetais que provocam “embuchamento” da máquina.

A cobertura de sementes pode ser efetuada também através de rodas compactadoras duplas, montada em “V” com regulagem no ângulo de abertura entre as rodas. Quanto mais dirigidas para dentro, mais terra é colocada sobre as sementes e quanto mais para fora, menos terra.



Figura 19. Cobridor de sementes.

Marcadores de linhas

Os sistemas marcadores de linhas têm por função, como o próprio nome indica, marcar no terreno não semeado uma linha por onde deverá passar a roda do trator tomada como referência, normalmente a roda dianteira mais próxima do terreno já semeado.

Seguindo essa linha de referência, fica assegurada uma distância entre linhas constantes, entre passadas adjacentes da semeadora.

Os marcadores de linhas possuem como órgãos ativos, dentes ou discos marcadores. Todas as semeadoras nacionais utilizam os discos marcadores, porque estes, devido ao movimento de rotação em torno de seu mancal, se deslocam no terreno com restos de culturas ou palhas, sem sofrer embuchamento.

Os sistemas de marcadores de linhas existentes são manuais ou automáticos.

Nos sistemas manuais o próprio operador faz a reversão da posição dos discos marcadores, manualmente através de uma alavanca, de forma que o disco marcador permanece no solo no lado desejado e o outro, no lado oposto da semeadora, permanece no ar. No final da linha, quando o trator faz a manobra de cabeceira, o operador inverte a posição dos discos, de forma que o disco marcador sempre marca o terreno não semeado.

Nos sistemas automáticos de reversão dos discos marcadores, um sistema de cabos e alavancas ou mesmo cilindros hidráulicos são utilizados na reversão.



Figura 20. Marcador de linha.

Depósitos de Sementes

Os depósitos de sementes nas semeadoras-adubadoras para sementes graúdas geralmente são individuais, suportados sobre os dosadores, sendo um para cada linha a ser semeada. Este método de montagem dos depósitos de sementes é utilizado tanto nas semeadoras de pequeno como de grande porte. Normalmente, esses depósitos individuais são de plástico injetado e são providos de tampa.

Como a quantidade de dano mecânico sofrida pelas sementes é uma função da coluna das mesmas, depósitos os chamados aliviadores de pressão, os quais são construídos em chapa, e se adaptam perfeitamente ao fundo do depósito, mantendo uma pequena coluna constante de sementes sobre os dosadores. Esses aliviadores são capazes de reduzir os danos mecânicos às sementes em até 4%, segundo estudos realizados pelo autor com sementes de amendoim.



Figura 21. Depósitos de sementes.

Depósito de Adubos

O depósito de adubo tem sua construção variando em função do número de linhas a serem semeadas ou do tamanho da semeadora. De uma maneira geral, as semeadoras-adubadoras com até cinco linhas possuem depósitos de adubos individuais, em tudo semelhante aos descritos para as sementes graúdas. Para as semeadoras-adubadoras de grande porte (acima de cinco linhas), o depósito de adubo é único ou dividido no máximo em duas secções. Quando único ou dividido em duas secções, o depósito é construído em chapa de aço dobrada, constituindo-se de duas laterais, tampa, frente e traseira. Neste caso o fundo do depósito é formado pelos próprios dosadores de adubos.

Rodado

O rodado das semeadoras-adubadoras para sementes graúdas é constituído basicamente de duas rodas de sustentação, as quais podem ser montadas entre linhas, ou lateralmente na máquina. Em qualquer destas posições, a forma de sustentação das rodas deve prover meios de varia da distância entre as rodas, para adequar a semeadora à semeadura das diversas culturas, nos espaçamentos recomendados, sem trafegar com essas rodas sobre as linhas semeadas.

Em algumas semeadoras-adubadoras que possuem controle hidráulico de levantamento máquina, através de cilindros hidráulicos de controle remoto, as rodas laterais são montadas garfos pivotados, fixados em um eixo único, o qual é girado através dos cilindros hidráulicos.

Qualquer que seja o projeto do rodado dessas máquinas, Lima característica de fundamental importância para o funcionamento correto das mesmas, é que as rodas laterais de sustentação, por serem também as responsáveis pelo acionamento dos mecanismos dosadores de adubos, ou até mesmo dos dosadores de sementes, sejam pivotadas no ponto de contato com o chassi da máquina, para assegurar que as rodas sigam os contornos do terreno sem perder contato com o solo, condição exigida para evitar falha na distribuição de sementes e adubos com conseqüente reflexo no padrão de cultura.

Semeadoras-Adubadoras para Sementes Miúdas

Chassi

O chassi das semeadoras-adubadoras para sementes miúdas difere significativamente o

comparado com aquele das semeadoras-adubadoras para sementes graúdas. Existem ainda diferenças caso o chassi seja para uma semeadora-adubadora de arrasto ou montada.

Nas semeadoras-adubadoras montadas, como se tratam de máquinas menores, o chassi construído em cantoneiras de aço possui uma torre para o engate do terceiro ponto do sistema hidráulico de levantamento do trator, bem como dois suportes para os dois pontos inferiores do mesmo sistema hidráulico.

O chassi se completa por duas chapas laterais e a plataforma traseira de acesso.

Nas semeadoras-adubadoras de arrasto, o chassi também é construído com cantoneiras e tubos de aço, com diversas longarinas verticais de chapa, as quais dão rigidez ao conjunto. Completam o chassi a barra de engate para acoplamento ao trator e a plataforma traseira de acesso.



Figura 22. Semeadora adubadora.

Dosadores de Sementes

Os mecanismos dosadores de cilindros canelados são normalmente utilizados nas semeadoras para grãos miúdos, tais como trigo, arroz, cevada, centeio, pastagens, etc.

Normalmente nestas semeadoras existe um dosador para cada linha de semeadura, montado no fundo do depósito de sementes.

Cada dosador é acionado por um eixo quadrado único que atravessa toda a largura do depósito de sementes nas semeadoras menores (11 linhas) e por dois eixos nas semeadoras maiores (13 a 21 linhas).

Este eixo atravessa cada dosador, constituído por uma caixa de ferro fundido ou plástico, um dosador de cilindro canelado acionado pelo eixo, um regulador da quantidade de sementes, uma arruela frisada, uma mola de encosto e uma tampa de fechamento deslizante.

A quantidade de sementes a ser distribuída é regulada pelo comprimento da secção do cilindro exposto à massa de sementes na caixa. Na salda da caixa de sementes existe uma janela pivotada regulável, que é ajustada de acordo com o tamanho das sementes, ficando mais fechada para as sementes menores (arroz, trigo, cevada, etc.) e mais aberta para as sementes maiores (feijão, aveia, soja etc.),

Praticamente todas as semeadoras para grãos miúdos utilizam este tipo de dosador, com pequenas variações nos componentes utilizados.

Uma dessas variações está na própria configuração das caneluras do cilindro dosador, que em vez de retas são helicoidais. O cilindro canelado helicoidal, teoricamente, deve produzir uma vazão mais uniforme das sementes, devido ao fato de as sementes serem empurradas gradativamente para fora e não aos pacotes, como no caso do cilindro canelado de caneluras retas.

Quando se quer vedar a saída de sementes de uma determinada caixa dosadora, a janela deslizante é empurrada até o fim, fechando completamente a saída de sementes.

Orifícios Reguladores

Os orifícios reguladores são normalmente utilizados para sementes miúdas, como as sementes de hortaliças. A vazão das sementes desejada é obtida pela variação do tamanho do orifício calibrado, através de uma chapa deslizante ou através da mudança para orifícios de tamanhos maiores.

Os orifícios calibrados são utilizados também como dosadores nas semeadoras a lanço.

Discos Alveolados

Os discos alveolados podem ser utilizados como elementos dosadores, para sementes miúdas de dois tamanhos diferentes. Para tanto, os discos alveolados podem ter tamanhos diferentes de alvéolos nas duas faces, de forma que a face com alvéolos menores é utilizada para sementes menores e aquela com alvéolos maiores para sementes maiores. A disposição do disco alveolado sob o depósito de sementes permite utilizar um lado de cada vez, dependendo do tamanho das sementes.

Centrífugos

Nestes tipos de dosadores as sementes são dosadas através da ação da torça centrífuga gerada por mecanismos rotativos.

Um desses mecanismos possui um tambor rotativo em forma de tronco de cone invertida qual possui internamente aletas que impulsionam as sementes pela ação da força centrífuga, quais sobem pelos planos inclinados representados por estas aletas e são distribuídas para tubos condutores em número variáveis.

Outro tipo de mecanismo distribuidor centrífugo é aquele constituído por um rotor de pautas. Este tipo *de* dosador é comumente utilizado para a semeadura a lanço de sementes, pode também ser utilizado para a distribuição de corretivos e fertilizantes.

Antes de cair neste distribuidor centrífugo as sementes são dosadas através de um orifício regulador. Ao caírem no rotor saem pela ação da força centrífuga, através de uma trajetória radial relação ao centro do rotor.

Ainda utilizando o princípio de distribuição por ação da força centrífuga, existe o centrífugo, composto de um tubo oscilante, o qual distribui pela ação da torça centrífuga, devido movimento alternativo, as sementes sobre a superfície do terreno.

Para a distribuição a lanço de sementes, utilizando-se de aviões agrícolas, é utilizado um

mecanismo que promove o arrastamento das sementes pela corrente de ar provocada pelo deslocamento do avião através de um difusor com formato de leque, o qual distribui as sementes em faixas. O projeto do difusor considera o formato das estrias que permita uma boa uniformidade de distribuição das sementes na faixa semeada.

Dosadores de Adubos

Os dosadores de adubos utilizados nas semeadoras-adubadoras para sementes miúdas, na sua grande maioria, são do tipo rotor dentado. Cada dosador é constituído de uma base-suporte, em geral fundida, sobre a qual se apóia o rotor dentado dosador. Sobre a base-suporte fica montada uma chapa vertical, que contém a janela de salda do adubo, na qual existe uma lingueta raspadora ajustável, responsável pela regulagem da quantidade de adubo que é jogada para o tubo condutor de adubo, através da janela de saída. O movimento de rotação do rotor dentado é obtido através de uma transmissão por coroa e pinhão, sendo os pinhões montados em um ou dois eixos horizontais quadrados que atravessam toda a largura da máquina. A posição das linguetas raspadoras também é regulada por um ou dois eixos que atravessam toda a largura. Na saída de cada dosador fica colocada uma bica coletora, a qual se comunica com o tubo que conduz o adubo dosado ao sulcador correspondente à linha a ser semeada.

Como o espaçamento varia bastante entre as diversas culturas normalmente semeadas, existem tapos, normalmente de ferro fundido, que podem ser utilizados para substituir o rotor dentado dosador e impedir a salda do adubo, para os tubos condutores que não serão utilizados.

Algumas semeadoras-adubadoras comercializadas para sementes miúdas possuem, como dosadores de adubos, rotores impulsores. Neste caso os rotores impulsores, que são construídos em ferro fundido, chapa ou mesmo plástico, são montados em um ou dois eixos que atravessam toda a largura da máquina e dosam o adubo através do movimento de rotação do rotor no plano vertical.

Sulcadores

Os sulcadores responsáveis pela abertura dos sulcos para colocação das sementes ou adubos nas semeadoras-adubadoras para sementes miúdas, podem ser basicamente de três tipos: bota sulcadora, disco simples e disco duplo.

As botas sulcadoras são construídas em ferro fundido nodular no formato de um tubo tronco cônico, na ponta do qual está parafusada uma pequena ferramenta sulcadora em chapa de aço. Existe uma bota sulcadora para adubo (frontal) e uma outra para sementes (traseira). Ambas são montadas sobre uma chapa suporte perfurada, que permite a montagem das botas às profundidades recomendadas. Mantendo-se as botas para adubo e sementes, uma de cada lado da chapa suporte, obtém-se algum espaçamento lateral entre adubo e sementes. A chapa suporte das duas botas sulcadoras é montada sobre o braço de suporte, o qual também serve de fixação para a mola e haste utilizadas no controle de profundidade das botas sulcadoras. O braço de suporte é pivotado nos

grampos fundidos, os quais são fixados à cantoneira de suporte na parte frontal da semeadora.

Os sulcadores de discos simples, como o próprio nome indica, são constituídos por um único disco sulcador curvo, montado sobre um mancal de suporte, o qual é fixado no braço de suporte.

Este serve também de fixação do tubo de saída para sementes, o qual é 4 parafusado no braço.

Os sulcadores de discos duplos também são utilizados nestas semeadoras e possuem uma constituição semelhante àquela já descrita para as semeadoras-adubadoras para sementes graúdas.

O sistema de controle de profundidade dos sulcadores, seja de sementes ou de adubos, se constitui nas semeadoras-adubadoras para sementes miúdas, de um ou dois eixos quadrados que atravessam a largura útil da máquina, os quais contêm os braços de fixação das hastes, que suportam as molas encarregadas de fornecer pressão aos sulcadores, sejam eles de botas sulcadoras, discos simples ou duplos.

A posição do eixo quadrado, a qual controla a pressão sobre as molas, é regulada através de um volante e parafuso de rosca sem fim.

Este sistema provê uma variação de regulagem máxima da ordem de 5 cm. Profundidades maiores que este limite é obtida através das furações que existem na haste de suporte e fixação da mola, nas quais se pode variar a posição da trava e com isto variar a profundidade de trabalho dos sulcadores.

Sistemas Marcadores de Linhas

Os sistemas marcadores de linhas das semeadoras-adubadoras para sementes são em tudo semelhantes aos já descritos para as sementes graúdas. O que ocorre no Brasil é que os operadores normalmente preferem não utilizar esses marcadores para a semeadura de sementes miúdas, razão pela qual a maioria dos fabricantes não coloca marcadores de linhas nessas semeadoras. Neste caso, os operadores utilizam como referência apenas o rastro deixado pelos pneus da semeadora na passada anterior. Como os espaçamentos utilizados na semeadura de sementes frequentemente se situam na faixa de 15 a 17 cm entre linhas, é praticamente impossível se evitar que os pneus da semeadora passem sobre algumas linhas já semeadas. Este fato, porém, não causa maiores problemas pelo fato de a semeadura ser rasa e, portanto, existir uma camada de solo bastante estreita sobre as sementes.

Sistemas de Acionamento

O acionamento dos dosadores de sementes e adubos nas semeadoras para sementes miúdas é feito pelas rodas laterais de suporte, as quais nestas semeadoras são fixas, não podendo, portanto ser ajustadas para diferentes espaçamentos da cultura e não possuindo movimento independente para seguir os contornos do terreno. Nos cubos das rodas estão colocadas engrenagens, as quais acionam através de correntes os dosadores de adubos e sementes. Como há necessidade de se interromper o fluxo de sementes e de adubos durante as curvas de fim de talhão, é indispensável uma embreagem que possibilite essa interrupção. Essa embreagem mecânica, comumente chamada de catraca, na

prática, é controlada pelo operador através de uma corda amarrada a uma alavanca que dispara o mecanismo. Através de um puxão na corda obtém-se uma ação diferente do mecanismo, dependendo da situação em que a máquina está operando no momento em que este é acionado. Se a máquina está semeando e adubando, ao acionar a embreagem cessa a transmissão do movimento de rotação aos dosadores de sementes e adubos, e o movimento de rotação promovido pelas rodas laterais é utilizado para elevar os sulcadores automaticamente do chão. Nestas condições, a máquina pode fazer o giro de cabeceira no talhão, sem desperdício de sementes e adubos e sem ter os sulcadores em contato com o chão duro e compactado dos carregadores. No momento em que o operador dirigindo o conjunto termina o giro de cabeceira e está pronto para a semeadura de uma nova faixa, um novo puxão na corda desarma a embreagem, fazendo com que os sulcadores caiam imediatamente no solo e o movimento de rotação seja transmitido aos dosadores de sementes e adubos.

Cobridores de Sementes

Os cobridores de sementes têm as mesmas funções já descritas para as semeadoras-adubadoras de sementes graúdas.

No caso das semeadoras-adubadoras para sementes miúdas, os cobridores de sementes são simplesmente uma corrente de elos desiguais arrastadas atrás dos sulcadores para as sementes. Esta corrente joga sobre o sulco aberto apenas uma quantidade de solo suficiente para cobrir as sementes, com uma camada de solo bem rasa, para evitar a criação de dificuldades para as plântulas emergirem.

Depósito de Sementes e Adubos

Os depósitos de sementes e adubos nas semeadoras-adubadoras convencionais geralmente são únicos, sendo nos projetos mais atuais divididos ao meio, com a metade da frente destinada ao adubo e a metade traseira às sementes. Este esquema evita o cruzamento dos tubos condutores de sementes e adubos, existente nas semeadoras de projetos mais antigos, baseados em semeadoras importadas. A principal vantagem em não se cruzar os tubos condutores é a ausência de desgaste por atrito entre os mesmos.



Figura 24. Depósito de sementes e adubos.

Os depósitos são constituídos em chapas de aço dobradas, as quais são cortadas para ocupar toda a largura útil da máquina. São constituídos de uma parede frontal, urna traseira, duas chapas

laterais, uma ou mais chapas transversais de reforço, uma chapa divisória interna e a tampa. Os fundos dos depósitos de sementes e adubos são constituídos pelos dosadores respectivos.

Um grande problema que afeta a durabilidade dos depósitos, é a qualidade da chapa utilizada pela maioria dos fabricantes, a qual hoje deixa muito a desejar, pela grande suscetibilidade à corrosão apresentada por essas chapas.

Rodado

O rodado das semeadoras-adubadoras para sementes miúdas é constituído por pneus com câmara, montados sobre aros comerciais, os quais se fixam em cubos fundidos providos de rolagens de roletes cônicos. Esses cubos fundidos possuem, solidária a ele, a engrenagem encarregada de acionar os dosadores conforme já mencionado anteriormente. Como o cubo é montado rigidamente em uma chapa parafusada ao chassi, as rodas não têm regulagem do espaçamento entre elas e nem movimento oscilante para seguir os contornos do terreno.

Algumas semeadoras de grande porte, como têm uma largura incompatível com as vias das fazendas (~3m), possuem um sistema de rodado opcional, que permite o deslocamento da semeadora no sentido de sua maior dimensão, ou seja, lateralmente.

Compactadores das Sementes

Quando as sementes são bastante miúdas e exigem um perfeito contato com o solo sobre as mesmas, como é o caso da semeadura de sementes de pastagens, há necessidade de se colocar rolos ou rodas compactadoras, as quais se deslocam exatamente sobre as linhas semeadas, provendo a compactação necessária. Normalmente os rolos são constituídos em ferro fundido ou chapa e as rodas são de borracha.

Cultivo Mecânico

Introdução

Os cultivadores são utilizados para uma movimentação superficial do solo, com a finalidade de escarificar restos de culturas, destorroar solo já arado, misturar fertilizantes e corretivos com o solo, escarificar solos de pastagens para renovação destas ou para eliminação de ervas daninhas principalmente em culturas anuais.

Da mesma forma que para as demais máquinas agrícolas, os cultivadores podem ser classificados quanto à forma, de acoplamento à fonte de potência, em cultivadores de tração animal e de tração motorizada. Os de tração motorizada mais comuns são os acoplados a tratores agrícolas, onde podem ser montados ou de arrasto.

Constituição

Os cultivadores de tração animal são constituídos de um chassi, que pode dispor de uma ou

duas rodas de controle de profundidade, das hastes de fixação, das enxadas e de rabiças para o direcionamento.

As enxadas existentes têm formatos variados, em função da finalidade para a qual serão utilizadas. Assim, a enxada tipo asa de andorinha é utilizada para eliminação de ervas daninhas, a de cinzel para escarificação e riscamento do solo, a de bico para sulcamento, e a riscadora para riscar o principalmente para a semeadura de culturas anuais.

As hastes dos cultivadores podem ser de molas ou rígidas. A constituição dos cultivadores montados ou de arrasto é semelhante à descrita para os de tração animal, havendo variações apenas no formato e tamanho do chassi e das hastes.

Geralmente o chassi dos cultivadores montados é construído em tubos de aço, com duas todas laterais de suporte e controle de profundidade. No cultivador de arrasto, existem, obrigatoriamente, duas rodas laterais de controle de profundidade e para transporte e a barra de tração para acoplamento ao trator.

Quando se requer um controle preciso da profundidade de penetração das enxadas, principalmente quando se opera para eliminação de ervas daninhas, pode-se combinar a ação de uma roda individual de controle de profundidade para cada fileira, com a ação de um sistema pantográfico de sustentação das hastes. Note-se ainda que as molas que servem como haste, além de manter a enxada sempre em contato com o solo têm um movimento de rotação para trás quando sofrem um impacto com algum obstáculo.

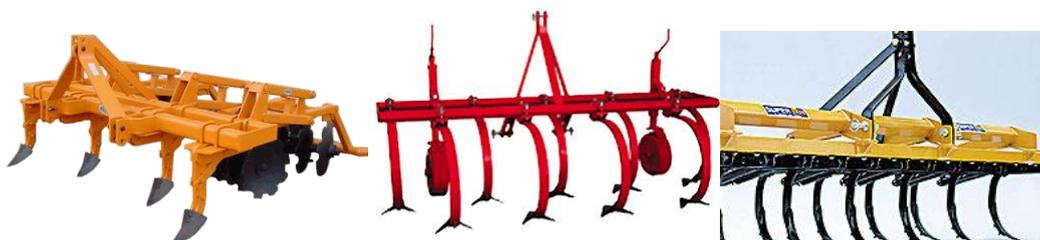


Figura 25. Cultivadores mecânicos.

Aplicação de Defensivos Agrícolas

Introdução

À medida que os métodos culturais foram se desenvolvendo, e as áreas cultivadas foram se tornando cada vez maiores, a quantidade de produtos químicos utilizada no controle de pragas e doenças das plantas cultivadas foi aumentando. A falta de treinamento dos operadores e usuários desses produtos e o desconhecimento da ação dos mesmos sobre o organismo humano e sobre o ambiente têm resultado no aumento dos riscos desnecessários para o controle daquelas pragas e moléstias, bem como na agressão ao meio ambiente na forma de poluição.

Os defensores do meio ambiente, que lutam por uma agricultura alternativa, sem a utilização de insumos químicos, os têm rotulado de agrotóxicos.

Por outro lado, os fabricantes desses insumos os têm chamado de defensivos agrícolas, tirando

desta forma o caráter pejorativo do termo utilizado pelos defensores do meio ambiente.

A escolha do termo defensivo agrícola, neste texto, se prende apenas ao fato de que este é mais genérico e inclui inclusive aqueles defensivos que não têm necessariamente produtos químicos sintéticos em sua composição. Como exemplo, pode-se citar o produto obtido a partir da suspensão de organismos vivos, como o *Baculovirus anticarsia* utilizado no controle da lagarta da soja.

De qualquer maneira, a posição do técnico, frente à polêmica causada com a utilização de defensivos agrícolas, deve ser sempre uma posição racional, baseados em fatos concretos e cuidadosamente analisados, sem se esquecer que no final o que importa é o bem-estar do ser humano, o qual deve ser obtido com o mínimo de perturbação ao ambiente que o rodeia.

Os principais fatores que devem ser considerados, para se atingir o objetivo citado, serão considerados a seguir.

Fatores que afetam a utilização

Dentre os fatores que afetam a utilização dos defensivos agrícolas, podem-se mencionar como principais os seguintes.

O Clima, o solo, o hospedeiro, o patógeno, o princípio ativo, o veículo, o operador e a máquina.

Classificação

As máquinas para aplicação de defensivos agrícolas, da mesma forma que as demais podem ser classificadas utilizando-se diversos critérios.

Quanto à fonte de potência para acionamento e transporte, as máquinas podem ser classificadas como:

- Manuais
- De tração animal
- Motorizadas
- Tratorizadas
- Auto propelidas
- Aéreas



Figura 26. Aplicadores manuais.

As máquinas manuais são acionadas e transportadas pelo operador, podendo costais, de peito ou de padiola.

As costais são presas à costa do operador através de correias, ficando este com livres para segurar a haste de pulverização e para promover o bombeamento do líquido a ser aplicado.

As de peito são fixadas ao peito do operador também através de correias.

Nas máquinas de padiola, existe uma padiola geralmente construída em tubos de aço, para o transporte e fixação das mesmas, sendo a padiola carregada por dois operadores. A vantagem desse sistema é o maior conforto para o operador e uma maior capacidade operacional do conjunto, uma vez que o depósito de líquido pode ser maior, exigindo menos paradas para recarga uma determinada área.

A tração animal pode ser utilizada para servir como elemento de transporte e fixação do depósito de líquido ou como fonte de tração para uma carreta contendo o equipamento.

Nas motorizadas existe um motor de combustão interna, encarregado de acionar uma bomba que fornece pressão ao líquido a ser aplicado.



Figura 27. Aplicadores motorizados.

Nas máquinas tratorizadas o trator é o elemento responsável pelo fornecimento de potência para acionamento, bem como pela sustentação do equipamento.



Figura 28. Aplicadores tratorizados.

As autopropelidas são máquinas especificamente projetadas para a aplicação de defensivos agrícolas, tendo um motor e transmissão próprios, geralmente montados em um chassi com vão livre bem alto, para permitir a passagem do equipamento em culturas já bastante desenvolvidas. No Brasil estas máquinas são bastante raras, utilizando-se em nosso meio do conhecido trampo, que nada mais é que uma adaptação à transmissão final de um trator com a finalidade de aumentar o vão livre. Esta

solução é bastante utilizada na cultura de algodão, a qual necessita normalmente aplicações durante o seu ciclo vegetativo.



Figura 29. Autopropelidas.

As máquinas aéreas podem ser utilizadas em aviões ou até mesmo em helicópteros. Normalmente são empregados nestas operações aéreas os pulverizadores de barras, então polvilhadoras.



Figura 30. Máquinas aéreas.

Quanto à forma de acoplamento à fonte de potência, essas máquinas podem ser classificadas, como já visto anteriormente, como sendo montadas e de arrasto, com o mesmo significado discutido para as demais máquinas em capítulos anteriores.



Figura 31. Máquinas de arrasto e montadas.

Quanto ao veículo, as aplicadoras de defensivos podem ser classificadas como máquinas para aplicação de veículos sólidos e veículos líquidos.



Figura 32. Máquinas aplicadoras de líquido e sólido.

Para a aplicação de veículos líquidos são encontradas as seguintes máquinas:

- Aplicadoras de formicidas
- Aplicadoras de fumigantes
- Pulverizadores
- Atomizadores
- Nebulizadores

Para aplicação de veículos sólidos são encontradas:

- Polvilhadoras
- Aplicadoras de micro grânulos.

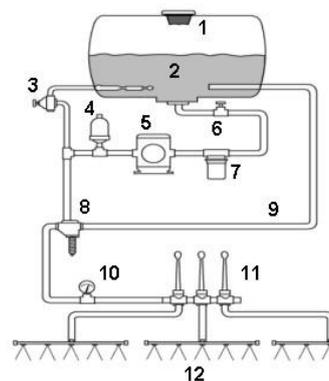


Figura 32. Atomizador e esquema de pulverizador.

Colheita

A colheita é a última operação realizada no campo, no processo de produção agrícola.

Nos primórdios da agricultura, toda operação de colheita era realizada manualmente. A operação de colheita manual, da mesma forma que os demais processos manuais, é de baixa capacidade operacional e, portanto, viável economicamente apenas em pequenas propriedades, onde a finalidade principal da produção é a subsistência do agricultor e sua família.

Com o aumento das populações e a necessidade de se produzir mais alimentos, com um número de pessoas empregadas na agricultura cada vez menor, as operações de colheita começaram a ser mecanizadas.

A primeira colhedora de cereais foi construída em Michigan, EUA, em 1836, por Moore e

Hascall. Esta colhedora não obteve sucesso em Michigan, porém foi utilizada com sucesso na Califórnia em 1854. Nesse mesmo estado, em 1880, iniciou-se a produção em escala comercial de colhedoras.

Colhedora de cereais

Constituição

A colheita de cereais envolve as etapas de corte, alimentação, trilha, separação e limpeza. Quando uma única máquina realiza todas as operações citadas e também é auto propelida, ela é chamada colhedora combinada ou simplesmente combinada. Se a máquina é acoplada a um trator agrícola, sendo totalmente suportada por ele, ela é uma colhedora montada. Finalmente, se a colhedora tiver um motor auxiliar independente ou for acionada pela tomada de potência de um trator, sendo fracionada pelo mesmo através da barra de tração, a colhedora é de arrasto.

Independentemente da forma de acoplamento da colhedora e fonte de potência, ela dispõe normalmente de diversos sistemas com funções específicas, tais como corte, alimentação, trilha, separação e limpeza.

Os mecanismos de corte das colhedoras diferem caso o cereal a ser colhido seja o milho ou os demais cereais como soja, trigo, arroz, etc.

Nas colhedoras de cereais, os mecanismos de corte estão contidos em uma plataforma de corte, cuja constituição é totalmente diferente caso o cereal a ser colhido seja o milho, razão pela qual a plataforma de corte para este cereal será considerada em separado. Para os demais cereais, os elementos principais da plataforma são os separadores, molinete, barra de corte e condutor helicoidal.

Os separadores são localizados nas extremidades laterais da plataforma e são muito importantes, principalmente em culturas acamadas, entrelaçadas ou com excesso de ervas daninhas, uma vez que separam a faixa a ser cortada, evitando perdas na operação de corte.

O molinete tem por finalidade orientar as plantas que serão cortadas em direção à barra de corte, de forma que estas imediatamente após o corte sejam empurradas para a região de ação do condutor helicoidal. Para atingir esta função, o molinete é construído por três ou quatro flanges verticais, nas quais estão fixadas seis barras horizontais com dentes de molas, sendo o ângulo dos dentes regulável através do posicionamento das barras dentadas através de uma flange excêntrica ou seguidor, em uma das laterais do molinete, geralmente o esquerdo. Cada barra horizontal tem na sua extremidade uma manivela com um comprimento em torno de 7 cm. O rotor seguidor é fixado às extremidades dessas manivelas, para fazer com que todas as barras girem juntas e mantenham os dentes na posição requerida. O rotor seguidor guia os pinos das manivelas em um trajeto circular, cujo centro não é o mesmo do molinete, mas um pouco acima deste. O seguidor gira em um camo circular, o qual pode ser movido para fazer o dente inclinar para frente ou para trás. O molinete é movido pelo seu eixo central e o rotor seguidor pelas barras puxando nos pinos das manivelas descritas anteriormente.

O ângulo dos dentes no molinete pode ser ajustado pelo camo móvel, o qual não possui movimento de rotação ao redor do centro do molinete. Esta ajustagem é feita com uma alavanca ou

manivela.

A barra de corte da plataforma é constituída pela faca, guardas, placas de apoio, placas de desgaste, grampos e barra-guia. A faca é formada pela barra onde são rebitadas as secções, existindo na extremidade da barra a cabeça onde existe uma rótula esférica para ligação com a biela, a qual recebe o movimento alternativo de um volante com uma manivela. A barra da faca fica por baixo das secções de corte e opera em um canal formado pelas placas de desgaste e a placa horizontal de suporte. As secções da faca são triangulares, com cantos fazendo 60°, sendo os cantos traseiros de cada secção retangulares, de forma que uma secção se apóia na secção ao lado. As secções da faca devem ser mantidas sempre bem afiadas, pois secções cegas podem aumentar o esforço necessário para fracionar a barra em até 35%, além de não executar um bom trabalho de corte.

As guardas são peças de aço fundido maleável, apontadas na frente, destinadas a separar e guiar os caules das plantas que serão cortados pelas secções da faca.

A placa de apoio, também chamada placa da guarda, é ligeiramente mais larga na parte traseira e é presa à guarda através de rebites. Sua função, como o próprio nome indica, é servir de apoio ao material que será cortado pela faca. As secções da faca se movimentam sobre o topo da placa de apoio e produzem uma ação cisalhante, como acontece em tesouras. Para uma perfeita ação cisalhante deve haver firme contato entre as secções da faca e respectivas placas de apoio.

As placas de desgaste localizadas na parte posterior da barra de corte mantêm as pontas de cada secção de corte abaixadas em relação à placa de apoio, para assegurar o contato mencionado anteriormente. As placas de desgaste são colocadas a intervalos regulares na barra de corte, fixas por dois parafusos, os quais fixam também normalmente duas guardas e barra de corte. As placas de desgaste possuem furos oblongos, de forma que se pode mover as placas de desgaste para frente, à medida que elas se desgastam, assegurando, desta forma, um perfeito contato da placa com a barra da faca e, da barra da faca contra a parte posterior das placas de apoio. A parte traseira das secções da faca projeta-se atrás da barra da faca e movimenta-se sobre a placa de desgaste. Quando as placas se desgastam, a faca se inclina para trás e as pontas das secções não tocam mais a placa de apoio, quando, então, as placas devem ser substituídas.

Os grampos de fixação auxiliam a manter a faca em seu lugar e impedem que a mesma pule fora da sua ranhura. Os grampos são maleáveis e podem ser fletidos para baixo, à medida que ocorra algum desgaste dos mesmos.

O condutor helicoidal é constituído por um cilindro que se estende por toda a largura da barra da corte, dividido em três secções, sendo duas secções laterais dispostas de flanges helicoidais, conduzindo o material para o centro do condutor e a secção central disposta de dedos retráteis reguláveis para o controle da quantidade de material a ser alimentado.

O acionamento do molinete e condutor helicoidal é feito através de polias e correias e para a barra de corte o movimento alternativo é obtido através do volante e biela já mencionados.



Figura 33. Colhedoras.

Para a colheita de milho, tanto as colhedoras combinadas como as montadas utilizam uma plataforma de corte específica, bastante diferente da já citada para outros cereais.



Figura 34. Colhedora de milho e barra de corte.

Nesta plataforma de corte existem separadores para cada linha a ser colhida, existindo na parte inferior dos separadores, de cada lado da linha a ser colhida, uma corrente com dentes espaçados regularmente, cuja finalidade é empurrar para dentro da máquina as espigas que vão sendo colhidas. Sob as correntes coletoras, existem, para cada linha a ser colhida, dois rolos espigadores que giram em sentidos contrários, de forma a empurrar os colmos das plantas para baixo, liberando as espigas, as quais são empurradas para dentro da plataforma, como descritas anteriormente. Na parte posterior da plataforma existe um condutor helicoidal, sem dedos retráteis, que coletam as espigas no centro ou em um dos lados da plataforma, conforme o tipo da colhedora.

Mecanismos

Mecanismos de Alimentação

O material cortado deve ser elevado até o mecanismo de trilha, independentemente do tipo de colhedora.

Nas colhedoras combinadas, o mecanismo de alimentação é uma esteira transportadora

formada de correntes longitudinais, com taliscas transversais, as quais raspam o material sobre o fundo trapezoidal, elevando-o e colocando-o no mecanismo de trilha.



Figura 35. Mecanismo de alimentação.

Mecanismos de Trilha

Os mecanismos de trilhas utilizados presentemente nas colhedoras de cereais são basicamente de três tipos: cilindro de dentes e côncavo, cilindro de barras e côncavo e cilindro axial.

O cilindro de dentes é utilizado nas colhedoras de arroz. Consta de um cilindro formado por duas flanges laterais nas quais estão rebitadas 8 barras contendo os dentes responsáveis pela trilha. O côncavo neste caso é formado por uma chapa perfurada curva, com um comprimento suficiente para cobrir um quarto da circunferência do cilindro batedor. Quando o cilindro é de dentes, o côncavo possui também barras com duas filas de dentes, sendo o número total de barras no côncavo de dois, quatro ou seis dependendo da cultura e das condições de trilha. Os dentes do côncavo estão montados alternados, de forma que um dente do cilindro passa entre dois dentes de duas filas diferentes do côncavo. A folga entre o côncavo e o cilindro é ajustável na frente e atrás, para se obter a desejada ação de trilha.

No cilindro de barras, mais comumente utilizado para as demais culturas, existem cinco ou seis flanges sobre as quais são rebitadas as barras, construídas em aço com ranhuras.

O côncavo é construído com barras lisas, dispostas em pé, no sentido do comprimento do cilindro, de forma a permitir que os grãos trilhados passem para as peneiras de separação colocadas abaixo e atrás do cilindro. Este cilindro e respectivo côncavo estão contidos na figura 8.4.

No cilindro axial, existem dentes dispostos helicoidalmente sobre a superfície do cilindro, ficando este colocado axialmente em relação ao côncavo, que no caso é construído em chapa perfurada e envolve todo o cilindro.

Atrás do cilindro trilhador pode existir, em algumas colhedoras, um cilindro batedor, cuja principal função é retirar a palha que eventualmente fique retida no cilindro trilhador.

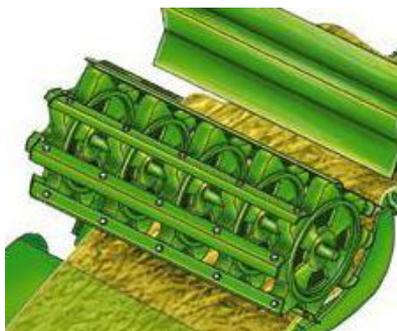


Figura 36. Mecanismo de trilha.

Mecanismos de Separação

Após a ação do cilindro trilhador sobre o material admitido, resulta uma mistura de palha, grãos debulhados, palha triturada e grãos não debulhados.

A separação dos grãos debulhados dos demais materiais é feita em três lugares diferentes: a grelha formada pelas barras do côncavo, a grelha sob o cilindro batedor e o saca-palha.

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

As secções do saca-palha são montadas sobre os munhões excêntricos de duas árvores de manivelas, uma à frente e outra atrás do saca-palhas, e através da rotação dessas árvores, o saca-palhas obtém um movimento oscilante de maneira a conduzir a palha para fora da máquina. O saca-palhas tem cursos de oscilação de 10 cm e rotações da árvore ao redor de 200 rpm. Rotações maiores aumentam as perdas de grãos e rotações menores causam menor alimentação do material e aumento das perdas. Na saída do saca-palhas das colhedoras mais modernas, pode existir um picador de palhas constituído de facas rotativas horizontais, cuja finalidade é picar a palha e reduzi-la a tamanhos menores, bem como distribuí-la sobre o terreno colhido. Esta operação tem por fim evitar a concentração da palha em montes, que poderiam provocar o embuchamento de máquinas utilizadas em seguida à colheita. O picador de palhas, por esse motivo, é um equipamento essencial quando se pretende utilizar a técnica de semeadura direta de culturas, na área recém-colhida.

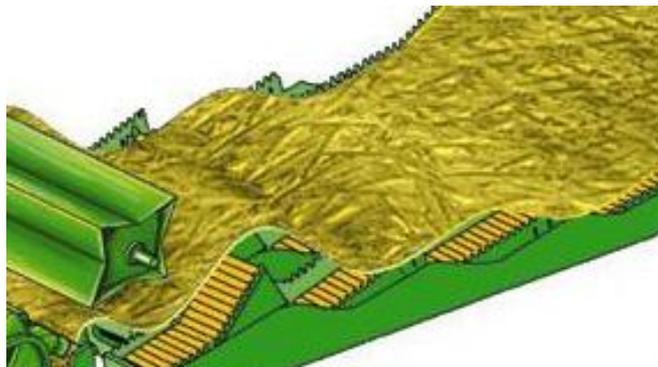


Figura 37. Mecanismo de separação.

Mecanismos de Limpeza

Os principais mecanismos de limpeza nas colhedoras são: peneira superior, peneira inferior e ventilador.

A peneira superior fica localizada sob o saca-palhas, atrás da bandeja única que coleta o material conduzido pelas bandejas do fundo do saca-palhas. Na extremidade posterior da peneira superior fica uma extensão destinada a orientar as partes não trilhadas das plantas (panículas, ou vagens, ou espigas, etc.), para um condutor helicoidal que levará esse material para o cilindro trilhador para retrilha.

A limpeza do material sobre a peneira superior é feita mecanicamente pela ação da própria peneira e aerodinamicamente pela ação da corrente de ar provocada pelo ventilador.

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

A peneira inferior separa as sementes dos pequenos resíduos que atravessam com elas na peneira superior. Para isso, ela tem uma construção semelhante à peneira superior, sendo as aberturas e rasgos das secções retangulares menores. Ela tem também um movimento alternativo, com as mesmas frequências já mencionadas. A proporção da área da peneira inferior em relação à largura do cilindro trilhador deve ficar ao redor de 102cm^2 para cada centímetro de largura.

Na peneira inferior, as impurezas menores são retiradas e jogadas para fora da máquina, através da corrente de ar promovida pelo ventilador. Os grãos limpos atravessam a peneira e caem para um condutor helicoidal horizontal que atravessa toda a largura da peneira inferior. Este condutor entrega as sementes limpas para um outro condutor, que as eleva para o depósito graneleiro, locali-

zado na parte superior da máquina, logo atrás da plataforma do operador.

O material não trilhado que caiu pela extensão da peneira superior, ou da peneira inferior, vai para um condutor helicoidal que também atravessa toda a largura da peneira inferior, conduzindo o material para um elevador de retrilha, que o leva novamente ao cilindro trilhador.



Figura 38. Mecanismo de limpeza.

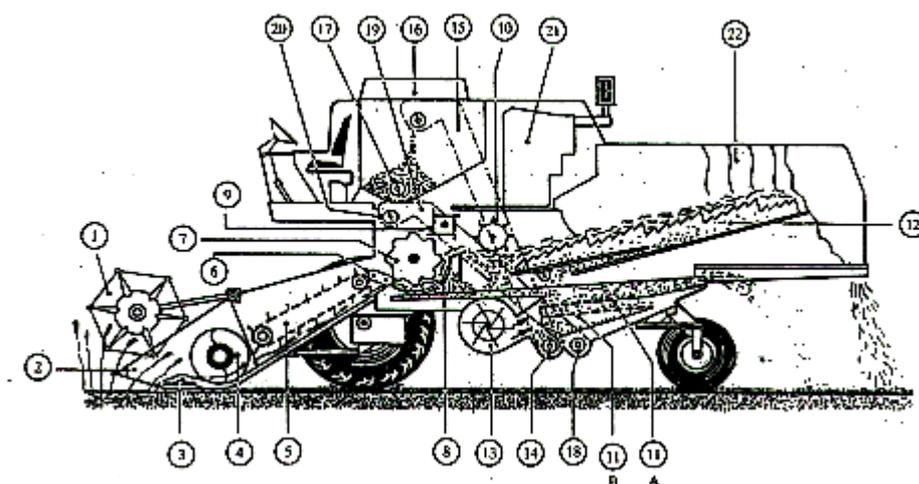


Figura 39. Mecanismos de uma colhedora.

Regulagens

As plataformas de corte das colhedoras combinadas ou mesmo das montadas, são acopladas através de engates rápidos, sendo a altura da plataforma controlada através de cilindro hidráulico. A altura da plataforma pode ser regulada da plataforma do operador, para alturas entre 10 a 100 cm. As plantas devem ser cortadas na altura suficiente para apanhar os grãos mais baixos, sem levar excesso de palha para dentro da máquina.

A barra de corte da colhedora necessita das seguintes regulagens:

Alinhamento das guardas — todas as guardas devem ser alinhadas com a direção de deslocamento, ficando suas pontas a uma mesma altura. Este alinhamento pode ser feito batendo-se nas pontas das guardas com um martelo, uma vez que o material empregado em sua construção é maleável.

Placa de desgaste — a ponta de cada seção da faca deve estar em contato com a placa de apoio da guarda. Se todas as pontas estiverem fora das placas de apoio, a placa de desgaste deverá ser

substituída. Quando a falta de contato for devida apenas a desgaste tolerável da placa, esta deve ser solta e ajustada. Deve existir uma folga da espessura de uma folha de cartolina entre a barra da faca e a placa de desgaste, para evitar desgaste excessivo por abrasão.

Barra da faca — uma barra da faca nova é reta, mas pode-se deformar devido à utilização em condições desfavoráveis. Para se endireitar a barra, pode-se martelar a parte deformada sobre uma bigorna ou trilho de ferrovia, ou pode-se prender em uma morsa e puxar ou empurrar a barra até endireitá-la.

Grampo — os grampos seguram a barra da faca em sua canaleta. Eles não devem ser muito apertados contra as secções da faca, para evitar o desgaste de ambos. Uma folga da espessura de uma folha de cartolina deve ficar entre o grampo e as secções da faca. Se a folga for excessiva pode-se bater no grampo até chegar ao valor recomendado.

Registro da faca — as secções da faca devem parar imediatamente sob o lábio de cada guarda no fim de cada curso da biela. Se isto não ocorrer, a barra de corte não está em registro. O registro das secções da faca deve ser ajustado de acordo com o manual do fabricante.

A frequência de oscilação da barra é regulada entre 400 e 550 ciclos por minuto.

A posição do molinete é ajustável na vertical e horizontal podendo, em algumas colhedoras, existir cilindros hidráulicos para executar esta regulagem a partir da plataforma do operador. A altura do molinete deve ser regulada de forma que cada barra na sua posição mais baixa fique um pouco abaixo das espigas, ou panículas, ou vagens, etc., mais baixas nas plantas. A distância horizontal do molinete deve ser regulada de forma que nas culturas em pé o eixo do molinete fique a 15 a 30 cm adiante da barra de corte. A razão entre a velocidade periférica do molinete e a velocidade de deslocamento da máquina deve ser de 1,25 a 1,5 para as condições normais das culturas. Velocidade excessiva do molinete tende a aumentar a perda de grãos. Em culturas deitadas, o eixo do molinete deve ser colocado à frente (23 a 30 cm) e a altura deve ser regulada de forma que os dentes das barras passem a uma altura acima da barra de corte de apenas 5 ou 8 cm. A inclinação dos dentes pode ser regulada pelo mecanismo de biela-manivela, sendo que quanto mais inclinado o dente para trás, maior a ação de levantamento da cultura. Nas culturas acamadas, recomenda-se uma velocidade de deslocamento mais baixa e uma relação de velocidade do molinete também menor.

As regulagens do condutor helicoidal são basicamente: folga com o funde da plataforma, folga com o raspador, posição do condutor e exposição dos dedos retráteis.

A distância vertical da borda do condutor ao fundo da plataforma, que constitui a folga com o funde, deve ser regulada de acordo com a cultura a ser colhida, ficando com uma altura mínima de 10 mm. Se a folga for muito pequena pode ocasionar a quebra de sementes, e se muito grande, a alimentação irregular do condutor.

A folga com o raspador, que se constitui de uma chapa sobre a parte central do condutor helicoidal, deve ser a menor possível, principalmente quando a colheita é realizada em talhões com alta ocorrência de ervas daninhas.

A posição do condutor é variada pela mudança na distância horizontal entre o mesmo e a barra de corte. Na posição adiantada, o condutor está próximo à barra de corte e, na posição atrasada, está mais longe das barras de corte. O condutor deve ficar na posição adiantada quando o volume de palha da cultura a ser colhida é muito grande, está seca e os grãos são de fácil debulha.

Os dedos retráteis devem ser regulados de forma a ficar com uma folga mínima de 10 mm com o fundo da plataforma. Caso contrário, o condutor deve ficar na posição retraída.

A posição dos dedos retráteis influi na quantidade de material que é dirigido para dentro da colhedora. Quanto maior o comprimento do dedo, mais agressiva a sua ação sobre o material e um volume maior entra na colhedora.

A ajustagem da rotação do cilindro de trilha e as folgas entre o mesmo e o côncavo devem ser fáceis de executar, inclusive da própria plataforma do operador durante a colheita. A rotação do cilindro geralmente é regulada através de transmissões de polias e correias de velocidades variáveis.

De um modo geral, as folgas são menores e as rotações maiores, quando o teor de umidade do produto for alto. Como podem ocorrer variações do teor de umidade no decorrer de um dia de trabalho, as regulagens devem ser feitas de acordo com as condições observadas.

As rotações e folgas típicas utilizadas para várias culturas podem ser encontradas na Tabela 2.

Tabela 2. Velocidades típicas do cilindro de trilha e folgas do côncavo

Cultura	Velocidade periférica (m/s)	Folga média (mm)
Alfafa	225-30,0	3,2-9,5
Aveia	22,5-27,5	6,4-12,7
Feijão	7,5-15,0	7,9-19,0
Feijão (sementes)	5,0-7,5	7,9-19,0
Trevo	25,0-32,5	1,6-6,4
Milho	12,5-20,0	22,2-28,6
Unho	20,0-30,0	3,2-12,7
Sorgo	20,0-25,0	6,4-12,7
Cevada	20,0-30,0	4,0-12,7
Ervilha	10,0-15,0	7,9-19,0
Arroz	22,5-27,5	4,8-9,5
Malte	25,0-30,0	4,8-12,7
Soja	15,0-20,0	9,5-19,0
Trigo	25,0-30,0	4,8-12,7

As regulagens principais do sistema de limpeza e separação são o tamanho das aberturas na peneira superior, na peneira inferior e o volume de ar movido pelo ventilador.

Se o tamanho do crivo da peneira superior for muito grande em relação ao fluxo de ar, aumenta-se a quantidade de impurezas no material encaminhado para retilha. Se a abertura for muito pequena, os grãos poderão ser carregados para fora da máquina com o fluxo de palha. A utilização de

aberturas muito pequenas para a peneira inferior causa uma quantidade excessiva de grãos limpos no condutor de retilha e, se forem muito grandes, há uma quantidade excessiva de palha nos grãos limpos.

A regulagem do fluxo de ar sobre as peneiras superior e inferior é feita através da variação da rotação do ventilador e das aberturas de admissão de ar. A direção do fluxo de ar também pode ser regulada em algumas colhedoras, através de chapas defletoras reguláveis, que orientam o fluxo de ar para a parte dianteira ou traseira das peneiras. Se o volume de ar é excessivo, aumenta-se a perda de grãos, uma vez que parte dos grãos é soprada para fora da máquina, além do que, os grãos têm dificuldade de atravessar a massa de palha, para cair através dos crivos das peneiras.

A quantidade máxima de ar está relacionada com a velocidade mínima de suspensão dos grãos, a qual é afetada por características, tais como tamanho, gravidade específica e arrasto aerodinâmico.

Se a quantidade de ar é insuficiente, há um aumento na quantidade de impurezas no material encaminhado para retilha. As perdas de grãos podem aumentar com a redução do fluxo de ar, porque existe uma dificuldade de agitar a mistura de palha e grãos, para ocorrer à separação.

As aberturas recomendadas para uma colhedora combinada típica estão listadas na Tabela 3.

Tabela 3. Aberturas recomendadas para as peneiras de uma colhedora

Cultura	Peneira superior (mm)	Peneira interior (mm)	Secção de retilha (mm)
Soja	15	10	18
Arroz irrigado	12	8	18
Arroz sequeiro	12	10	18
Milho	15	12	18
Trigo/cevada	10	7	14
Aveia	12	8	15
Sorgo	10	8	15
Centeio	10	8	12
Ervilha	15	10	16
Unho	8	4	12
Alfafa	8	4	12
Azevêm	8	4	12
Girassol	15	12	18

Perdas na Colheita

Segundo levantamentos realizados no Estado do Rio Grande do Sul, as perdas na colheita de soja são estimadas em 12%, podendo ser reduzidas para níveis em torno 3-5%. Somente neste Estado, na safra 1979-80, estima-se uma perda de 5 milhões de sacas. Assumindo-se a hipótese de que a média das perdas a nível nacional esteja nos mesmos níveis citados, e que 70% da safra de 1985 de 18,2 milhões de toneladas tenha sido colhida mecanicamente, chega-se à impressionante cifra de 1,02 milhões de toneladas de perdas ou 17 milhões de sacas.

Ensaio de duas marcas de colhedoras combinadas no CENEA-MA indicaram perdas de 1,77% para a cultura do milho, 5,16 e 2,14% na cultura da soja e 3,1% na cultura do arroz. Destes dados de perdas, considerados normais, pode-se concluir que embora as colhedoras tenham condição de colher

com perdas próximas a níveis aceitáveis, quando de sua utilização no campo, devido provavelmente à falhas de regulagem, manutenção e utilização, os níveis de perdas aumentam para níveis aceitáveis. Este fato indica a necessidade de treinamento dos operadores para o esclarecimento dos fatores que afetam as perdas na colheita mecanizada e a forma correta de regular, manter e utilizar a máquina de forma a evitá-las.

Fatores que Afetam as Perdas na Colheita

Os fatores que afetam as perdas na colheita são aqueles inerentes à própria cultura e os fatores relacionados com a máquina.

Dentre os fatores relacionados com a própria cultura, pode-se citar a seleção da variedade, população de plantas, ocorrência de plantas daninhas, teor de umidade dos grãos, preparo e conservação do solo e a relação entre material, exceto grão/grão.

A seleção de variedade inclui desde a escolha de cultivares para aumentar o período de colheita mecanizada, evitando riscos provocados por condições climáticas adversas, até a seleção de cultivares que tenham melhores características para a colheita mecanizada, tais como resistência ao acamamento, inserção adequada dos órgãos contendo os grãos, baixa deiscência de vagens no caso de leguminosas, baixa produção de palha em proporção à quantidade de grãos, maturação uniforme etc.

A população de plantas, embora possa não afetar o rendimento agrícola, pode influir no desenvolvimento vegetativo das plantas, tornando-as menos adequadas à colheita mecânica. Se a população de plantas de soja, por exemplo, for menor que a recomendada, as plantas ficarão mais baixas, com caule mais grosso, formando vagens muito próximas ao solo, as quais dificilmente serão alcançadas pela barra de corte das colhedoras.

As ervas daninhas, quando se desenvolvem junto à cultura, além da competição por luz e nutrientes, dificultam a colheita mecanizada pela presença de uma maior massa vegetal que, além de provocar embuchamentos na colhedora, aumenta as perdas pela dificuldade de separação entre os grãos e a massa.

O teor de umidade influi na perda quando se encontra próxima aos dois extremos. Teores de umidade muito altos aumentam a quebra de grãos e, portanto, diminui a sua qualidade e teores muito baixos, aumentam as perdas devido à deiscência das vagens ou mesmo a queda de grãos devido ao impacto dos órgãos ativos da colhedora.

O material exceto grão é todo aquele que atravessa a colhedora, tais como palha, sabugos, folhas etc., excetuando-se os grãos. Como se pode verificar, no caso do arroz, a porcentagem de perdas excede o limite aceitável de perdas a partir de 8 ton/h.

O preparo e conservação do solo devem ser feito no sentido de facilitar a operação da colhedora. O preparo do solo deve deixar a sua superfície bem nivelada, a fim de permitir a regulagem da barra de corte mais próxima do solo, para evitar a perda de grãos que de outra forma ficariam junto à resteva.

Deve-se atentar para o fato de que no cálculo das perdas de colheita, há necessidade de se fazer uma avaliação preliminar das perdas naturais existentes na cultura, tais como perdas provocadas por ventos, roedores, chuvas etc. Desta maneira, antes de se entrar com a colhedora, a cultura deve ser amostrada para se avaliar essas perdas naturais, a fim de não as incluir depois nas perdas devidas à máquina.

Dentre os fatores associados à máquina pode-se mencionar: velocidade de deslocamento da máquina, velocidade angular e posição do molinete, estado de manutenção e regulagem da barra de corte, regulagem do elevador, cilindro trilhador, peneiras e ventilador.

A velocidade de deslocamento da máquina influi diretamente na quantidade de material alimentado. Se a velocidade for excessiva, a quantidade de material a ser processado pela máquina poderá exceder a sua capacidade de processamento, aumentando a quantidade de grãos que sai junto com a palha na traseira da máquina. Na colheita de milho, por exemplo, a velocidade ideal de deslocamento da máquina está ao redor de 4,8 km/h e da soja 3 a 5 km/h.

A velocidade angular excessiva do molinete causa perdas principalmente pelo impacto das pás sobre os órgãos das plantas que contêm os grãos, pela aceleração transmitida às plantas e pelo atrito com as plantas vizinhas. Velocidades mais baixas que as recomendadas para a cultura em questão, causarão a inclinação das plantas na direção do deslocamento da máquina, fazendo com que elas sofram mais que um corte e aumentando, portanto, as perdas. Se o molinete estiver muito alto em relação à cultura, as plantas cortadas se acumulam na barra de corte, provocando perdas excessivas, ou então, se a cultura estiver infestada de ervas daninhas, estas se enrolam no molinete. A manutenção da barra de corte deve ser feita de forma a evitar desgaste ou folgas excessivas, que provocam o corte irregular das plantas colhidas e, portanto, aumento nas perdas.

A frequência de oscilação da barra de corte deve ser apenas suficiente para executar o corte das plantas, pois uma frequência excessiva causa vibração da barra de corte, com consequente aumento de desgaste e funcionamento irregular.

A regulagem adequada do elevador evita a ocorrência de perdas provocadas pela alimentação irregular do cilindro de trilha. O cilindro de trilha pode ocasionar perdas por excesso ou falta de rotação ou de folga no côncavo. Se o cilindro tem rotação excessiva, aumenta a perda por quebra de grãos e sobrecarrega as peneiras devido ao excesso de partículas pequenas. Se a rotação é insuficiente, aumenta a quantidade de grãos perdidos junto à palha pelo fato de não serem trilhados.

A regulagem incorreta das peneiras, como por exemplo, peneiras muito fechadas, dificulta a passagem dos grãos pelas mesmas, aumentando a quantidade de grãos que saem junto com a palha na traseira da máquina. O mesmo efeito é provocado por uma corrente de ar excessiva, ultrapassando a velocidade de suspensão dos grãos e jogando-os para fora da colhedora.

Avaliação das Perdas de Grãos na Colheita

As perdas de grãos provocadas pela máquina durante a colheita podem ocorrer na plataforma

de corte, no cilindro trilhador, no saca-palhas, na peneira superior e na peneira inferior. As perdas no saca-palhas são consideradas de separação e das peneiras superior e inferior, de limpeza.

A avaliação de perdas é feita através de determinações no campo, onde se recolhe o material em condições normais de operação da colhedora, se faz a separação dos grãos perdidos, obtendo-se o peso dos mesmos e convertendo-se o valor encontrado em perda por unidade de área, normalmente o hectare, ou perda em porcentagem do total de grãos disponíveis para a colheita.

Deve-se fazer inicialmente, uma avaliação das perdas naturais que ocorrem na área a ser colhida. Para isso, marca-se uma área de comprimento igual à largura de corte da colhedora e de largura mínima de 1 metro. Nesta área, coleta-se as vagens ou espigas ou outros órgãos das plantas que contenham os grãos e que estejam no chão, ou acamados fora do alcance da colhedora. Cada determinação de perdas deve ser feita no mínimo com cinco e preferivelmente não menos que sete repetições, para se obter uma melhor precisão na avaliação.

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

As perdas no cilindro de trilha e peneiras são calculadas a partir do material coletado na traseira da máquina, de preferência com duas cortinas separadas, urna para o saca-palhas e outra para as peneiras superior e inferior, que vão sendo desenroladas à medida que a máquina avança no espaço demarcado para a determinação. Caso haja dificuldade na utilização de cortinas, dois encerados podem ser utilizados, cada um para cada peneira, seguro por duas pessoas que acompanham a colhedora na área de teste. Os grãos soltos são separados obtendo-se a perda dos grãos, na peneira superior e inferior. Os grãos ainda ligados às espigas ou vagens ou outros órgãos, dependendo da cultura em estudo, se constituem nas perdas do cilindro trilhador.

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

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

Além das perdas já mencionadas, em algumas situações pode-se verificar as chamadas perdas invisíveis. No caso da colheita do milho, por exemplo, as pontas dos grãos deixadas nas espigas e pedaços de grãos que passam para a parte traseira da máquina, são incluídas nesta categoria de

perdas. Segundo trabalhos publicados, essas perdas podem chegar a 2,9% para teores de umidade ao redor de 350/. Além disso, o material fino que chega ao tanque graneleiro e que passa através de uma peneira de 0,19 mm (12/64 polegadas) pode chegar a 3% e pode ser considerado perda, se no elevador do silo o material for peneirado antes da pesagem.

Identificação e Solução dos Problemas Referentes à Colhedora para Redução de Perdas

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

Colhedora de Forragem

Na maior parte das regiões do planeta, as estações de crescimento vigoroso de vegetação se alternam com estações de frio ou seca, quando as plantas praticamente não se desenvolvem.

O ser humano tem armazenado grãos e tubérculos, colhidos no verão, para alimentar-se durante o inverno, desde tempos imemoriais, todavia, o armazenamento de alimentos para alimentação de animais durante o inverno é um processo relativamente recente. No início deste processo, o confinamento de animais destinava-se a limitar a perda de peso e manter a condição dos animais durante o inverno, em vez de visar à produção também neste período. Com o crescimento industrial e a necessidade de se produzir cada vez mais alimentos, com menos pessoas empregadas na agricultura, tornou-se necessário alimentar os animais para ganho de peso ou produção mesmo durante o inverno. Desta forma, a necessidade de se conservar estes alimentos, visando aumentar a sua disponibilidade na estação seca ou inverno, provocou o desenvolvimento das técnicas para obtenção e conservação daqueles alimentos. A obtenção de um produto de baixo custo e alto valor nutritivo, nos países mais desenvolvidos, onde a mão-de-obra é cara, forçou o desenvolvimento da mecanização dessas operações.

A forragem continua a viver por algum tempo após o corte. Na presença de luz ela pode continuar o processo de fotossíntese e aumentar o peso durante várias horas. Todavia, a planta morre, as células perdem a sua rigidez, os açúcares nos sucos celulares começam a se oxidar e as proteínas se desintegram. Ao mesmo tempo, bactérias e fungos, que estão sempre presentes na superfície da forragem, mas que não causam prejuízo à planta viva, começam a atacar e decompor os tecidos.

O processo de conservação da forragem visa eliminar esses processos destrutivos rápida e completamente, e preservar o máximo possível do valor nutritivo da mesma.

Dois processos principais são utilizados para essa conservação: a forragem é seca através da fenação ou desidratação, para um estágio no qual a degradação química e a ação microbiana cessa; ou seja, é preservada com um alto teor de umidade pela ação de ácidos ou outros produtos químicos obtidos no processo de ensilagem

Em ambos os processos há a necessidade do corte, carregamento, transporte e armazenamento do produto a ser conservados, daí a importância das máquinas empregadas para realizar essas operações.

Na produção de feno o corte é realizado pelas segadoras. O material é deixado no campo para desidratar, sendo periodicamente revolvido por ancinhos, para acelerar o processo. O material seco é depois enfardado através das máquinas conhecidas por enfardadoras, e os fardos resultantes são transportados e armazenados.

Na produção de silagem ou na obtenção de forragem verde a ser fornecida diretamente no coque, são utilizadas as colhedoras de forragem, as quais cortam e picam o material e o conduzem para carretas que o transportam até o local onde será utilizado ou armazenado.



Figura 40. Colhedora de forragem.

Segadoras

As segadoras se classificam quanto à forma de acoplamento à fonte de potência em montadas, semimontadas e de arrasto, tendo os termos os mesmos significados já discutidos para outras máquinas.

As segadoras montadas podem ser acopladas na traseira, na frente ou no lado direito do trator. As montadas na frente são mais difíceis de serem acopladas, mas apresentam a vantagem de poderem ser deixadas no trator e levantadas quando utilizando o trator para outras finalidades, como, por exemplo, para tracionar um ancinho rotativo. São mais fáceis de inspecionar durante o trabalho.

As segadoras se constituem de uma estrutura de peças soldadas, uma vez que, devido às vibrações a que a máquina é submetida durante a operação, uma estrutura parafusada se soltaria com maior facilidade. A estrutura da segadora construída normalmente em tubo de aço redondo suporta os mecanismos de acionamento e de corte.

O acionamento da barra de corte é feito através de uma biela, sendo que, na maior parte das segadoras comumente encontradas, a biela é acionada através de um volante que recebe o movimento diretamente do eixo tomado de potência do trator.

Algumas segadoras podem utilizar um motor hidráulico para acionamento do volante. O volante, além de conter a manivela que aciona a biela, serve como um armazenador de energia para eliminar os efeitos indesejáveis devido ao movimento alternativo da faca.

Durante o transporte, a barra de corte deve ser levantada de sua posição de trabalho. O levantamento é efetuado através de um sistema de alavancas e, em alguns modelos, através de um cilindro hidráulico.

Todas as segadoras montadas necessitam de um mecanismo de segurança, para proteção no caso de a barra de corte atingir um obstáculo. Em geral, o mecanismo de segurança se constitui de uma mola e braços articulados, que se desarmam ao encontrar um obstáculo. Após o desarme do mecanismo de segurança, movimentando-se o trator a uma curta distância em marcha-a-ré, coloca-se a segadora novamente em posição de trabalho. As segadoras montadas na frente não possuem esse dispositivo de segurança e, nestas, um movimento da barra de corte para trás desliga o motor do trator, aciona a embreagem do mesmo ou cisalha um pino de segurança.

A parte mais importante da segadora é a barra de corte, que se constitui das partes já mencionadas para a barra de corte das colhedoras combinadas, com as mesmas funções lá descritas, e ainda de uma sapata interna, uma sapata externa e a barra-guia. -

A sapata externa possui uma placa de apoio para corte com a última secção da faca. Ela possui também uma sola para absorver peso e desgaste. A sola pode ser ajustada de forma que se pode cortar mais alto ou mais baixo.

A barra-guia está colocada na parte traseira da sapata externa. Ela fica angulada na horizontal, de forma que empurra o feno cortado de um lado, deixando uma passagem livre para a roda do trator e sapata interna na próxima passada.

Para manter a forragem caindo corretamente, a haste da barra-guia está fixada no meio. Pode-se ajustar a haste mais alta para forragem alta ou mais baixa para material mais curto. A barra-guia é fixada por molas e está livre para mover-se durante alguma extensão, quando atinge um obstáculo.

O pivô que permite a elevação da barra de corte para a posição de transporte está localizado na sapata interna.

A sapata interna possui também uma sola, mas, devido ao peso maior deste lado, a sola é mais larga e mais pesada. Esta sapata está pivotada na articulação da barra de corte. Os furos existentes na articulação e na sapata são ligados com pinos endurecidos. Estes furos podem conter buchas substituíveis quando o desgaste é excessivo.

Nem todas as segadoras utilizam uma simples articulação na barra de corte. Em alguns casos, a unidade motora está montada diretamente na articulação, e a estrutura desta unidade e o mecanismo de acionamento se movem para cima e para baixo, junto com a barra de corte.

As regulagens da segadora, além daquelas já descritas para a barra de corte das colhedoras combinadas, incluem as seguintes:

Avanço da biela — a biela deve operar exatamente paralela com a face do volante e, se isto não for satisfeito, o momento fletor atuando sobre os rolamentos causa desgaste e barulho excessivos. Com a segadora parada, a biela deve adiantar-se um pouco no plano horizontal, de forma que na posição de

trabalho, devido à reação da vegetação a ser cortada, a biela é empurrada ligeiramente para trás, alinhando-se perfeitamente com o volante. Nem todas as segadoras possuem mecanismos para regulação deste avanço.

Alinhamento da biela e barra de corte — a barra de corte e a biela devem operar em uma mesma linha reta, tanto quanto possível. Qualquer desalinhamento irá causar fricção da cabeça da faca contra as placas de desgaste e guias. O desgaste devido ao desalinhamento ocorre gradativamente e deve-se fazer uma ajustagem a cada duas estações de uso.

Avanço da barra de corte — o peso e a resistência da forragem fazem com que a barra de corte se atrase com relação à estrutura da segadora ou a sapata interna. Para compensar esse movimento, a barra de corte deve ser ajustada de forma que a ponta externa avance em relação à parte interna ao redor de 0,6 cm para cada 30 cm de comprimento da barra. Desta forma, ao operar paralela ao eixo do trator, cada guarda recebe as hastes da forragem em uma posição vertical com nenhuma ou pouca fricção. Se a barra se atrasar, cada guarda tende a puxar as hastes da forragem para o lado, antes de cortar, aumentando a força de tração necessária para a operação. Para se verificar o avanço da barra de corte da segadora, pode-se colocar uma haste comprida e reta encostada nos pneus traseiros do trator, de forma que, ao se puxar a barra de corte para trás, ela deve ficar paralela à haste.

Inclinação da barra — inclinando-se a barra de corte para frente, corta-se a forragem mais baixa, e para trás, a mais alta. Em terrenos pedregosos a barra deve ser inclinada para trás, para evitar a danificação das secções da faca.

Dispositivo de segurança — o dispositivo de segurança é regulado através da pressão exercida por uma mola. O mecanismo de segurança deve desarmar quando se puxa a barra de corte com força para trás e, se isto não ocorrer, a tensão na mola deve ser aliviada, até que ocorra o desarme do mecanismo.

Altura de corte — a altura de corte é ajustada abaixando-se ou levantando-se a barra de corte em relação a suas solas. Usualmente existem furos de regulação com esta finalidade.

Potência exigida — a potência média na TDP para uma segadora operando a 8 km/h é de 7cv.

Segadoras Rotativas Horizontais

Uma modificação relativamente recente na colheita de forragens foi a introdução de segadoras rotativas horizontais com um ou múltiplos rotores. A ação de corte depende da força de uma faca lixa ou oscilante atravessando as hastes das plantas, em vez do método convencional de corte da planta por cisalhamento entre facas, ou entre a faca e a placa de apoio.

Quando a segadora é constituída de múltiplos rotores, estes são sustentados por uma barra de suporte que contém até quatro rotores, existindo em cada rotor quatro pequenas facas oscilantes. Com o movimento de rotação dos rotores, as facas são alinhadas na posição de trabalho pela ação da força centrífuga.

Quando a segadora possui um único rotor, este normalmente é formado por duas facas oscilantes, com comprimento ao redor de 50-60 cm. Com a dimensão maior, a 1800 rpm, a ponta da faca tem uma velocidade periférica ao redor de 160 km/h e, portanto, a esta rotação a máquina deve ser mantida abaixada, com a chapa de proteção em seu devido lugar e o rotor deve estar perfeitamente balanceado.

Essas segadoras de rotor único têm um requerimento de potência relativamente alto, mas trabalham relativamente livres de bloqueios por embuchamentos. Quando possuem potência adequada cortam bem culturas deitadas e densas. A manutenção das facas é relativamente simples e até 40 hectares podem ser cortados entre afiamentos, dependendo das condições da cobertura do solo. Todavia, as facas são facilmente danificadas por pedras, e o requerimento de potência que fica ao redor de 11 cv para uma largura de corte de 1,5 m, pode dobrar se as lâminas se tornarem cegas.

As segadoras rotativas horizontais são construídas para cobrir uma ou duas faixas da cultura ou, então, cobrem uma determinada largura independente das ruas da cultura. Estas últimas são particularmente recomendadas para renovação de pastagens e remoção de vegetação arbustiva.

Praticamente todas as segadoras rotativas horizontais são acionadas pela tomada de potência do trator. As rodas, quando existem, são providas apenas para suportar a máquina a uma distância definida do solo, não sendo usadas para acionamento.

A tomada de potência aciona normalmente uma caixa de transmissão, formada por engrenagens cônicas, a qual através de uma transmissão de correias e polias aciona o rotor que contém as facas. Neste caso, as próprias correias funcionam como um mecanismo de segurança, para interromper o movimento na ocorrência de um impacto com um obstáculo fixo. Se a transmissão não for feita por correias e polias, há necessidade de se colocar algum mecanismo de segurança, normalmente uma embreagem, cujo disco deve ser ajustado para transmitir o movimento em condições normais e deslizar se ocorrer algum impacto.

O requerimento de potência para acionar uma segadora rotativa horizontal, com uma largura de corte em torno de 1,5m, é de 10 cv, quando em boas condições.

Embora sejam máquinas bastante simples de operar, alguns cuidados devem ser tomados quando em trabalhos no campo. Antes de levar a máquina para o campo, deve-se inspecionar os dispositivos de segurança. A maioria das máquinas são fornecidas com uma proteção de chapa para maior segurança do operador. Deve-se certificar também de que a tomada de potência está com a sua capa protetora. Ao chegar no campo, deve-se cortar um espaço nos seus limites, para facilitar as manobras de cabeceira durante a operação e escolher o diagrama de percursos a ser utilizado em função do formato do talhão. Deve-se aproximar a vegetação a ser cortada, com as facas sempre em

rotação, uma vez que uma alta rotação das lâminas é requerida para um bom corte da vegetação. Não se deve executar manobras com o eixo cardã girando, pois isto poderá quebrá-lo. Inspeccionar e reapertar todos os parafusos da máquina a cada 10 horas de operação. Esta providência irá evitar sérios prejuízos para a máquina, uma vez que a maior parte dos problemas que ocorrem com estas máquinas se devem a parafusos soltos ou soldas defeituosas. Se o deslocamento da máquina é difícil durante a operação, deve-se reduzir a velocidade do trator mantendo-se a rotação do motor em torno da ideal, através da troca para uma marcha mais baixa. Engraxar as juntas do eixo cardã, os rolamentos das rodas quando estas existirem e outros pontos que requeiram lubrificação.



Figura 41. Segadora rotativa horizontal.

Segadoras Rotativas de Facas Verticais

Nestas segadoras a ação de corte se deve à alta velocidade de rotação das facas, dispostas verticalmente em um cilindro. O cilindro opera paralelo ao solo e perpendicular à linha de deslocamento do trator, O eixo e as facas são comumente chamados rotor ou cilindro.

Em alguns modelos o eixo roda contrário à direção de deslocamento, as facas próximas ao solo se movimentam na mesma direção que a máquina está se deslocando, porém contra as plantas.

Esta direção de rotação é desejável quando se usa a segadora em uma colhedora de forragens.

Além de facas oscilantes utilizadas no rotor a espaços regulares, as secções de corte podem consistir de um martelo e um pedaço de corrente. Quando o martelo é montado diretamente sobre o eixo do cilindro de corte, são utilizadas buchas de borracha para absorção dos choques que ocorrem durante a operação.

Quando se quer apenas desintegrar o topo dos vegetais, pode-se usar secções de corte de borracha.

Alguns martelos são em forma de T, outros em Y.

As segadoras rotativas de facas verticais apresentam a vantagem de condicionar o feno para uma secagem mais rápida.

O acionamento destas segadoras é feito da mesma forma que as segadoras rotativas de facas horizontais.

O requerimento de potência para estas máquinas fica em torno de 5-10 cv para cada 30 cm de largura de corte. Desta forma, uma máquina com um rotor de 1,8 m de largura de corte requer 30 a 60 cv para velocidades de operação de 5 a 10 km/h.

Condicionadoras de Feno

Se a forragem deve ser curada para feno no campo, vários dias poderão ser necessários antes que o sol e o vento reduzam a umidade para o nível de segurança de 20%. Este tempo pode ser diminuído pelo uso de uma condicionadora de feno, possivelmente diminuindo um dia de secagem, quando comparado com o método tradicional onde o feno é somente cortado.

As condicionadoras de feno variam bastante em detalhes, mas todas produzem um efeito de esmagamento e dobramento das hastes da forragem. Uma eficiência maior desta operação é obtida se os caules ainda estão túrgidos, ou seja, imediatamente após o corte. Por este motivo, muitas vezes a condicionadora é utilizada em combinação com uma das segadoras descritas anteriormente. A ação da condicionadora é transformar uma leira compacta e pesada do feno cortado pela segadora, em uma camada embaralhada e solta para secagem rápida.

Através do condicionamento, a razão de secagem dos caules das plantas é igual a das folhas, evitando assim que as folhas sequem primeiro e caiam no chão, se perdendo desta forma os nutrientes que estas contêm.

Existem basicamente três tipos de condicionadoras de feno: dobradoras, esmagadoras e cortadoras. As cortadoras (facas ou martelos) foram descritas nas considerações para as segadoras rotativas de facas verticais.

As condicionadoras dobradoras, esmagam os caules a intervalos regulares (2 a 5 cm) por meio de rolos corrugados. O dobramento é menos drástico que o esmagamento, e a secagem é um pouco mais lenta. O rolo corrugado inferior que constitui essas condicionadoras é muito efetivo na coleta do feno da leira. Estes podem, por outro lado, coletar mais pedras que os rolos da condicionadora esmagadora.

Devido ao contato metal com metal entre os rolos corrugados da condicionadora dobradora, quando o feno é pouco denso, a máquina é bastante barulhenta quando em operação. Esta condicionadora pesa em torno de 150 kgf a mais que a esmagadora, devido ao peso maior dos rolos de aço. Usualmente, os rolos são de mesmo tamanho e operam a uma mesma velocidade.

Os rolos lisos utilizados na condicionadora esmagadora possuem um tubo de aço internamente, sendo recobertos de borracha, ou são inteiramente de borracha. Os rolos de borracha absorvem melhor o impacto provocado pela coleção de pedras. Quando o rolo inferior é ranhurado, as ranhuras auxiliam na rejeição de pedras que puderem ser coletadas pelos rolos.

Um rolo de 17 cm de diâmetro gira ao redor de 825 mm. A superfície externa deste rolo se move a uma velocidade de 7,7 m/s. Pode-se notar que esta velocidade é maior que o deslocamento da máquina. Em geral, a velocidade do rolo é de três a quatro vezes maior que a da máquina. Isto significa que o feno é agarrado pelos rolos e puxado vigorosamente para dentro da máquina. Esta ação de puxar raleia a camada de feno alimentada, de forma que ele é mais facilmente esmagado entre os rolos. Ainda devido a esta alta velocidade entre rolos, o feno é ejetado para a traseira da máquina a uma velocidade muito mais rápida que a da máquina quando está se movendo. Isto resulta em uma leira mais fofa, para

uma secagem mais fácil e rápida.

Toda condicionadora possui um mecanismo para ajustar a pressão nos rolos. Todavia, os rolos nunca se tocam, pois são mantidos separados por projeto ou ajustagem. Isto diminui o desgaste dos rolos e melhora a operação da corrente ou correia que os aciona. Em geral, recomenda-se um esforço de 10 a 14 kgf a cada 25 mm de largura do rolo, para os rolos esmagadores.

O espaço entre rolos deve ser ao redor de 0,39 a 0,79 mm, suficiente para evitar o contato, mas não impedindo o esmagamento ou dobramento dos caules. Este espaço diminui também os prejuízos às folhas.

Ancinhos

O feno é primariamente uma vegetação rica em folhas, que deteriora rapidamente em valor nutritivo, se deixada exposta ao tempo. Todavia, se for cortada na época certa e manuseada propriamente durante a cura, obtém-se um produto que retém a cor, aroma e valor alimentício. Desde que a cura é a parte mais importante da fenação, ela deve se iniciar assim que o feno é cortado.

Existem dois fatores importantes a serem considerados: o teor de umidade deve ser reduzido rapidamente e as perdas de folhas e cor devem ser mantidas a um Mínimo. As partes superiores das plantas contendo a maior parte das folhas estão expostas ao ambiente, mas os caules são protegidos pelas folhas. Deixadas nesta posição até que os caules sequem, as folhas superiores se tornam descoloridas e perdem o valor nutritivo. Para assegurar um processo de secagem uniforme, o feno deve ser esparramado sobre a Superfície do terreno durante as horas mais quentes do dia e juntado em uma leira para o Período noturno, onde, devido a quedas de temperatura, a umidade aumenta e o feno tenderia a absorver umidade. Este processo de formação e destruição das leiras é executado pelos ancinhos.

Existem três tipos principais de ancinhos: com molinete, de descarga lateral e de rotor dentado.

Ancinho com Molinete

No molinete normalmente existem três flanges alinhadas em um eixo central. Cada flange é formada por chapa de aço ou um cubo e raios. O eixo é acionado pelo mecanismo de acionamento do ancinho, em geral a tomada de potência do trator ou uma roda-de-terra. Nas flanges estão parafusados os dentes dos ancinhos. Da mesma forma que nos molinetes das colhedoras combinadas, cada barra possui uma manivela em uma das extremidades, através da qual o ângulo de ataque dos dentes pode ser modificado durante o trabalho. Os ancinhos mais modernos possuem de quatro a seis barras com dentes, quando os rotores giram a uma mesma velocidade, o molinete de seis barras proporciona um movimento mais suave e constante do feno.

Os dentes colocados nas barras podem ser duplos ou simples, e cada dente pode ser substituído sem necessidade de se remover a barra dos rotores. Para se dar ao dente uma ação de

mola, ele é enrolado com três ou quatro espiras na sua base. Para a maior parte das situações é aconselhável operar o dente diretamente para baixo. Para uma leira mais fofa, deve-se inclinar o dente do ancinho para a frente, pois isto provoca uma ação mais drástica dos dentes. Movendo-se o dente para trás propicia-se maior rolamento e menos esparramação do feno, originando uma leira mais compacta.

A maior parte dos ancinhos de molinete possui o mecanismo de angulação dos dentes no lado direito, uma vez que este lado manuseia menos feno e há menos possibilidade de interferência do feno com estes mecanismos.

O feno é impedido de seguir ou agarrar-se nos dentes, através de barras retentoras, que envolvem parcialmente a parte inferior do molinete e são chamadas de cesto.

Ancinho de Entrega Lateral

Para o ancinho de entrega lateral, apenas dois rotores são usados. O da direita está a 30 ou 60 cm adiante do esquerdo, para dar um espaço para as barras, à medida que elas passam umas pelas outras quando se deslocam para o lado esquerdo. Ambos os rotores giram em um plano normal à direção de deslocamento, os seus eixos bastante curtos se deslocam paralelamente à leira formada. O rotor da direita está voltado para trás e o da esquerda para a frente. Na periferia de cada rotor existem eixos curtos com uma rosca na ponta, onde são montadas as barras do ancinho, de forma a manter os dentes na posição vertical.

Como o ancinho é movido por uma roda-de-terra, se o trator se movimentar mais depressa, o ancinho também trabalhará mais depressa e o comprimento e direção da leira de feno permanecem constantes. Velocidades muito altas devem ser evitadas, uma vez que movem o feno tão depressa que muitas folhas são perdidas.

Ancinho de Rotor Dentado

Este tipo de ancinho possui rotores individuais colocados um ao lado do outro, em ângulo com a direção de deslocamento. Normalmente existem quatro rotores montados em eixos individuais oscilantes, que permitem ao rotor acompanhar as irregularidades do terreno. O arrastamento dos rotores em ângulo com a direção de deslocamento faz com que os mesmos adquiram um movimento de rotação em torno de seu eixo. Os rotores têm um diâmetro de 90 a 120 cm, com dentes de molas espaçados regularmente sobre a periferia de cada um.

A estrutura de sustentação dos rotores inclui molas que sustentam parte do peso dos mesmos, de forma que estes praticamente flutuam sobre o terreno, sendo o grau de flutuação ajustado pela tensão da mola.

Enfardadoras

A enfardadora é uma máquina que coleta o feno da leira e o comprime em um pacote fácil de

ser manuseado, chamado fardo. Apesar de ser usada principalmente para feno, uma enfardadora pode enfardar outros materiais como restos de culturas, palha de cana etc.

Com relação ao tipo de fardo produzido, existem as enfardadoras para fardos retangulares e redondos. Ambos são amarrados automaticamente pela máquina e a amarração é feita com barbante ou arame.

Enfardadoras para Fardos Retangulares

Uma enfardadora para fardos retangulares consta basicamente dos mecanismos de coleta, alimentação, compressão e amarração.

O mecanismo de coleta se encontra ao lado direito do trator, sendo as enfardadoras normalmente de arrasto. A coleta é feita sempre na leira na direção em que ela foi cortada e virada, O mecanismo de coleta mais comum possui um cilindro com dentes que seguram o feno e o movem para cima. Para evitar a queda do feno elevado, o cilindro é coberto entre os dentes por faixas de chapa. Os dentes passam entre as faixas de chapa e no seu movimento para trás desaparecem na parte traseira do cilindro, devido ao movimento de rotação deste. Neste movimento o feno é deixado no topo da entrada do mecanismo de alimentação.

Os dentes do cilindro são Construídos em mola de aço e são parafusados a barras em número de três a seis por cilindro. As barras são mantidas em posição com relação ao eixo central, através de dois rotores laterais. Os dentes devem operar próximo do solo para coletar todo o feno ou palha, mas não tão próximo a ponto de coletar terra ou pedras. Por esse motivo alguns mecanismos de coleta possuem rodas de controle de altura de trabalho. A frente do mecanismo coletor é levantada ou abaixada por uma alavanca ou por regulagem das rodas de controle. Para transporte, o mecanismo de coleta é levantado através de uma alavanca ou cilindro hidráulico.

O cilindro do mecanismo de coleta é acionado por correias, correntes ou uma combinação dos dois. Se for acionado apenas por correntes, uma embreagem de segurança deve ser colocada para proteção do mecanismo coletor, se este atingir um obstáculo.

Os mecanismos de alimentação variam para as enfardadoras de diferentes marcas. Em geral, a alimentação é feita por um transportador helicoidal e um mecanismo formado por dedos metálicos, para comprimir ligeiramente o feno no interior da câmara de enfardamento. As várias partes do mecanismo de alimentação são acionadas por engrenagens, polias, eixos etc. Como estas partes não são Reversíveis como em colhedoras de forragem, cada parte precisa ser protegida contra embuchamento. Para esse fim, cada elemento possui uma embreagem de fricção.

O mecanismo de compressão do feno é formado por um êmbolo quadrado, contendo uma faca ou uma placa de cisalhamento, que corta o material à medida que o êmbolo penetra na câmara de compressão do feno.

O êmbolo é uma armação pesada de aço ou madeira e aço. A madeira tem a vantagem de não acumular material aderido a ela tão rapidamente quanto o aço. O êmbolo é acionado por um me-

canismo de manivela e biela, ficando a manivela montada em um grande volante acionado através da tomada de potência do trator. A média de frequência é de 50 ciclos por minuto para diferentes máquinas disponíveis.

A câmara de enfardamento é uma caixa retangular que se estende da frente da enfardadora até a traseira.

O êmbolo opera na frente desta caixa e empurra o feno para a sua parte traseira. A abertura por onde o feno penetra na câmara fica na metade do comprimento da câmara de enfardamento. Esta é sempre construída em aço, podendo ser constituídas de quatro cantoneiras, soldadas ou rebitadas, fechadas com chapas de aço. A área onde a compressão ocorre é rígida, todavia na parte da câmara existem reguladores de pressão com molas e a câmara só é fechada nas partes laterais. Através dos reguladores de pressão pode-se controlar a densidade dos fardos formados pelo esforço exercido pelas molas.

Ainda na câmara de compressão existem placas de retenção que impedem o fardo de se mover em direção ao êmbolo após cada ciclo de compressão. Essas placas estão só um pouco fora dos limites do êmbolo e, devido a sua forma de cunha, permitem ao fardo se mover apenas para a parte traseira da máquina, mantendo um fardo mais denso e permitindo uma carga maior de feno entrar na câmara de compressão.

O fardo é amarrado através do sistema de amarração, quando o êmbolo está no final do curso de compressão, mantendo assim o fardo sob pressão durante a amarração. Esse mecanismo é acionado pela roda medidora, geralmente localizada no topo da câmara de compressão. Essa roda possui dentes que penetram no fardo e, pelo contato desses dentes, a roda gira à medida que o fardo caminha para a parte traseira da câmara de enfardamento. Ao completar uma volta, a roda medidora aciona o mecanismo de amarração e, após isso, o fardo é jogado para fora da máquina.

A amarração é feita por duas agulhas que passam de um extremo ao outro do fardo carregando barbante ou arame e através de um disco e gancho que fazem um nó e cortam o barbante ou arame utilizado na amarração. As agulhas voltam à posição normal e esperam ser acionadas novamente, quando a roda medidora gira o equivalente ao comprimento do novo fardo a ser amarrado. A operação de amarração dura por volta de três segundos para cada fardo.

O barbante para a enfardadora é fornecido em rolos, sendo cada rolo suficiente para amarrar 250 fardos.

A capacidade das enfardadoras é especificada em função do número de fardos produzidos ou toneladas por hora. A capacidade expressa em toneladas por hora pode não ser muito significativa, pois se o feno estiver muito úmido, o peso de cada fardo será maior e, portanto, a tonelagem por hora será maior.

Para a maioria das enfardadoras, a capacidade é de 6 a 7,5 ton/hora ou 250-300 por hora.

Os fardos têm uma dimensão de 40 a 56 cm de largura e 35 a 43 cm de altura. O comprimento varia em função de cada enfardadora e pode ser regulado. Um comprimento médio é de 91 cm, o que

equivale ao dobro da largura, facilitando o empilhamento para armazenamento. Pode-se produzir fardos com 70 a 112 cm, portanto a especificação do número de fardos por unidade de tempo não significa muito, a não ser que sejam dadas as dimensões dos fardos.

A densidade do fardo é determinada pela tensão das molas na traseira da câmara de enfardamento. Deve-se verificar periodicamente a densidade dos fardos produzidos através da sua pesagem. Uma maior densidade é obtida com maior tensão das molas. O feno normalmente é enfardado com teores de umidade entre 20 e 35%. No Nível de umidade mais favorável de 25-30%, a densidade deve ser de 170 kgf/m³, dando um peso padrão ao redor de 23 kgf.

Enfardadora para Fardos Redondos

As enfardadoras para fardos redondos atualmente Disponíveis no mercado se destinam à produção de fardos gigantes. O mecanismo de formação desses fardos é bastante similar ao utilizado no passado para fardos redondos pequenos. Basicamente, o processo de formação do fardo redondo é semelhante ao processo de enrolar um tapete. O tapete, no caso, é a leira de material a ser enfardado.

Embora os mecanismos de formação dos fardos variem de uma máquina para outra, o mecanismo mais comum é aquele formado por dois conjuntos de correias planas, girando em sentidos contrários, os quais vão enrolando o material recolhido da leira, à medida que a enfardadora se desloca sobre a mesma.

Ao atingir o tamanho requerido, o fardo é automaticamente amarrado, a máquina é parada para a liberação do fardo e se inicia novamente a operação para formação de outro fardo.

Colhedoras de Forragens

As colhedoras de forragens são máquinas destinadas à colheita das forragens ainda verdes, as quais são picadas e transportadas pela própria máquina para uma carreta ou caminhão de transporte. O uso de carreta rebocada pelo próprio trator é mais comum.

Esse material picado e com alto teor de umidade é fornecido imediatamente aos animais nos cochos ou, então, quando se pretende conservá-lo, é colocado em silos elevados ou silos trincheiras.

As colhedoras de forragens utilizadas no País são geralmente montadas ou de arrasto. No exterior podem ser encontradas colhedoras semimontadas e também autopropelidas, tendo essa designação os mesmos significados já descritos anteriormente para outras máquinas.

Um exemplo típico de uma colhedora de arrasto inclui duas rodas de suporte, eixo, estrutura, mecanismo de alimentação, mecanismo de corte e ventilador. O acionamento é feito através do eixo tomada de potência do trator, através de um eixo cardã longo.

Se a forragem a ser colhida é de baixo porte e foi parcialmente cortada por uma segadora, o mecanismo de alimentação é semelhante ao utilizado pelas enfardadoras, constituindo-se de um cilindro coletor e dedos empurradores de metal. Se a forragem é milho ou cana, o mecanismo de alimentação é formado por correntes com dedos preensores.

O mecanismo de corte inclui um cilindro ou um volante de corte, dependendo do projeto e da finalidade da colhedora.

O cilindro de corte consiste de um eixo, com dois ou três flanges, onde se fixam de duas a oito facas, as quais cortam o material contra uma placa de cisalhamento.

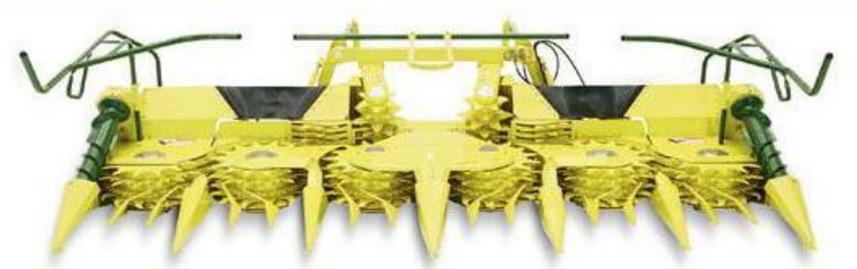


Figura 42. Plataforma de colheita de forragem.

No cilindro de corte as facas são parafusadas nos flanges e podem ser reguladas à medida que estas se desgastam e são novamente afiadas e montadas no cilindro. O cilindro está localizado na parte traseira do mecanismo de alimentação, e cada faca passa rente à placa de cisalhamento efetuando o corte. A placa de cisalhamento tem duas faces iguais, de forma que podem ser trocadas de posição, utilizando-se as duas faces em sequência, quando ocorrer desgaste.

O volante de corte consiste de uma placa de aço reforçado, onde são fixadas de duas a seis facas, e quatro pés para soprar o material cortado contra a placa de cisalhamento. A placa reforçada é fixa a um eixo transversal reforçado, muito bem centrado e balanceado. As facas são fixadas à placa através de parafusos ou rebites. Normalmente, têm uma espessura em torno de 12 mm e são afiadas em bisel de um lado. As facas deixam uma pequena folga entre o gume e a placa de cisalhamento, da espessura de uma folha de cartolina.

O volante de corte desenvolve energia suficiente para forçar as facas através de uma grande massa de forragem. Isto significa que uma potência menor pode ser utilizada com o volante quando comparada com o cilindro de corte.

Os pés do volante empurram a forragem cortada e ar para cima, através da abertura de descarga da máquina, para uma carreta de transporte. Desta forma, o volante executa duas funções: corte e transporte do material.

As facas do volante podem ser retiradas aos pares, até que fiquem apenas duas facas. À medida que se diminui o número de facas no volante, aumenta o tamanho de corte da forragem. Nas colhedoras montadas, o volante de corte pode ser montado em uma posição horizontal de forma que o volante é utilizado apenas para picar o material alimentado. Neste caso, como ilustra a figura 8.21, há necessidade de se colocar um ventilador para condução do material até a carreta de transporte.

Nos países mais desenvolvidos, os fabricantes de colhedoras de forragem, numa tentativa de aumentar a versatilidade e diminuir os custos, fixos, projetam máquinas colhedoras de usos múltiplos, construídas de uma unidade básica motora, à qual se adaptam acessórios especiais para a colheita de

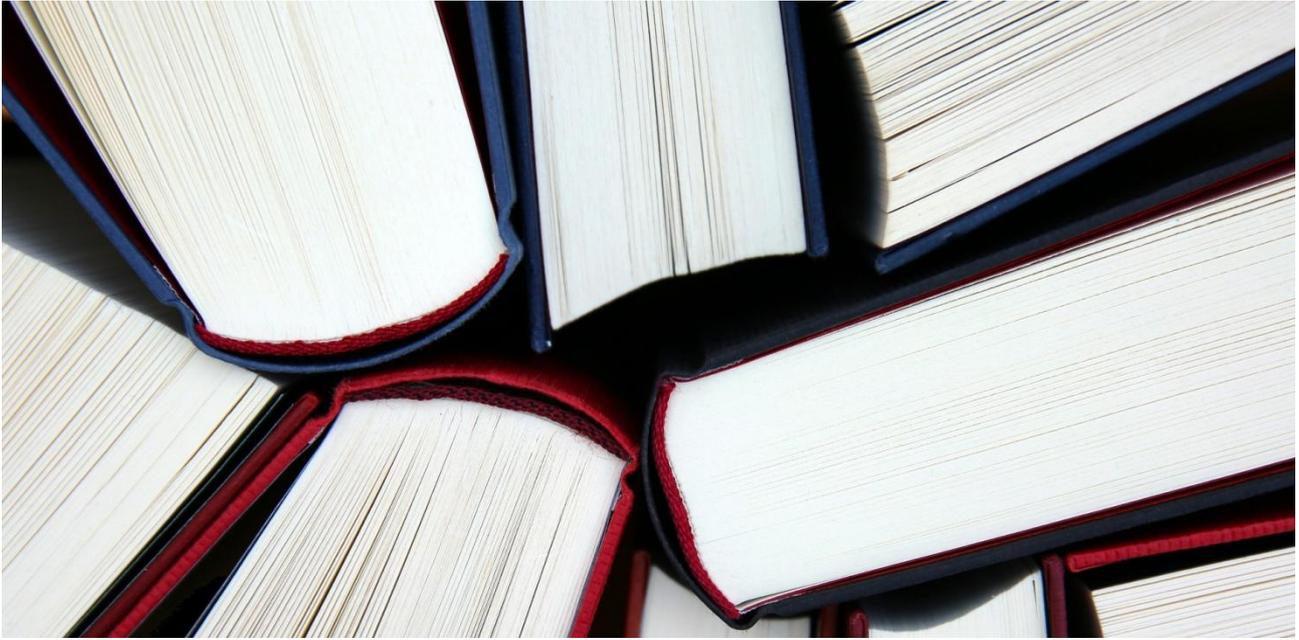
diversas forragens.

Os acessórios mais encontrados para essas colhedoras de múltiplos usos são pelo menos três: para coleta de forragem enleirada e seu picamento e condução para uma carreta de transporte, para corte e picamento de forragens de baixo porte e para corte e picamento de forragens de alto porte (milho, sorgo etc.).

No acessório para coleta de forragem enleirada, existe um cilindro de alimentação com dedos retráteis, o qual coloca o material em um condutor helicoidal que junta o material no centro e o empurra contra um cilindro aumentador.

O acessório para culturas de porte elevado, como o milho, o sorgo etc., possui um mecanismo de coleta semelhante ao descrito para a colhedora desse tipo de forragem, composto de correntes e dedos preensores,

Com a utilização de qualquer destes acessórios, o mecanismo de corte e a condução para o veículo de transporte estão localizados no veículo básico ao qual esses acessórios podem ser acoplados.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 310p.

MASSEY FERGUNSON. Operação e manutenção de tratores MF. Canoas, 1989. 49p.

MIALHE, L. G. Manual de mecanização agrícola. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1974. 301p.

SAAD, O. Máquinas e técnicas de preparo inicial do solo. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 99p.

SAAD, O. Seleção de equipamentos agrícolas. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1983. 126p.

TEXACO. Chevron Brasil Ltda. Fundamentos de Lubrificação. 2005. 79p.



CURRICULUM DO AUTOR

Paulo Roberto Megna Francisco: Atuou como Pesquisador de Desenvolvimento Científico Regional de Interiorização na Universidade Federal da Paraíba - UFPB - CCA/Areia. Graduando em Engenharia Agrícola pela UFCG. Doutorando em Recursos Naturais (Concentração em Engenharia de Recursos Naturais). Possui Doutorado em Engenharia Agrícola (Concentração em Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG (2013), Mestrado em Agronomia - Manejo de Solo e Água (Concentração - Agricultura Sustentável e Planejamento Ambiental) pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB - Areia (2010) e Graduação em Tecnologia Agrícola - Mecanização pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Bauru (1990). Tem experiência na Docência na área de Agronomia, com ênfase em Mecanização Agrícola, Máquinas e Implementos Agrícolas e Máquinas Agrozootécnicas. Atuando atualmente como pesquisador e colaborador em projetos junto à UFPB Campus de Areia e Campus de João Pessoa, UFCG - Campus de Campina Grande e Campus de Sumé. Tem experiência em classificação técnica e mapeamento de solos, aptidão agrícola, capacidade de uso do solo, geoprocessamento, cartografia, sensoriamento remoto, geoestatística, geração de balanço hídrico e índices climáticos. Prestou consultoria para o INCRA/PB na realização de PDAs. Atualmente é Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador do CONTECC. Editor Chefe da Editora Portal Tecnológico-EPTEC.
paulomegna@gmail.com



978-65-00-37423-0