

Preparo do Solo Parte 2

Principais equipamentos, seus ajustes e uso

Prof. Leandro Gimenez, ESALQ-USP

Introdução

A mobilização do solo pode ser realizada de diversos modos através de equipamentos projetados em função dos objetivos desejados. Os equipamentos para preparo do solo visam a alteração da estrutura macroscópica do solo, evitando a ruptura dos componentes básicos da estrutura do solo, os agregados. Há equipamentos que podem ser utilizados para uma ampla gama de aplicações e outros mais específicos. O objetivo dessa aula é apresentar os equipamentos de maior relevância demonstrando sua composição, possibilidades de ajuste e contextualizando sua aplicação. As seções estão subdivididas em função do tipo de preparo de solo, porém há equipamentos cuja aplicação pode ser realizada em mais de um tipo de preparo.

Equipamentos para preparo convencional

1. *Preparo primário*

O preparo primário é aquele realizado para reduzir a coesão do solo, produzindo desagregação da camada em que o sistema radicular se desenvolverá. No preparo convencional ele é realizado periodicamente e o momento depende de variáveis do ambiente e da cultura. O resultado desejado pela sua realização é a obtenção de uma camada com solo desfragmentado que possa receber operações para nivelamento e destorroamento, ou seja, não se desejam blocos de solo que exijam diversas operações de preparo secundário. No preparo primário geralmente se realiza a incorporação de corretivos e para isso se deseja elevada incorporação em que pode ocorrer a inversão de camadas.

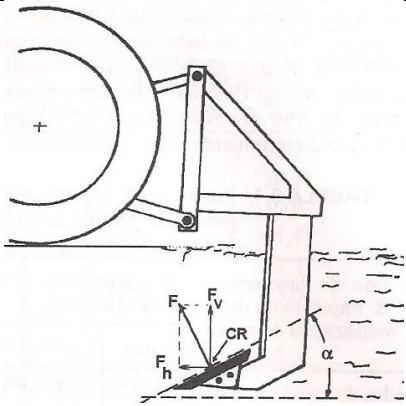
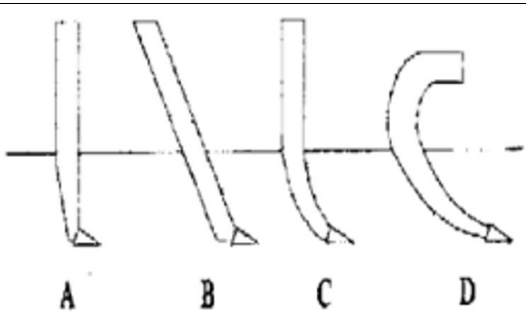
1.1 *Subsoladores*

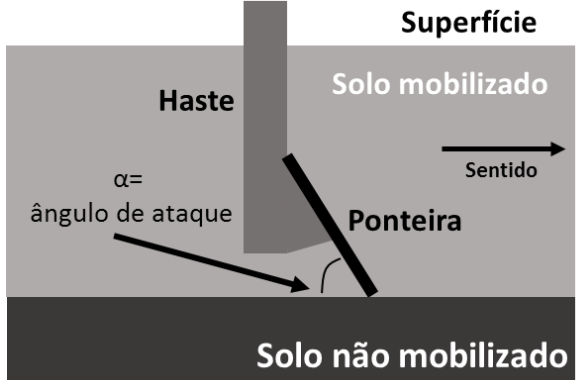
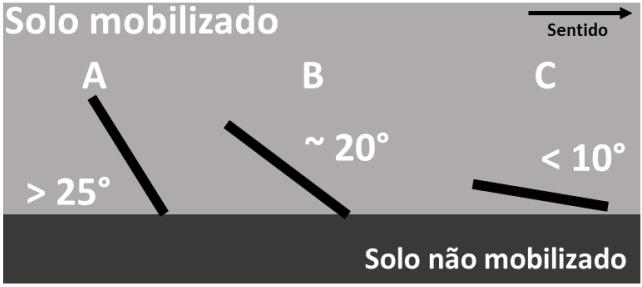
Os subsoladores são equipamentos empregados para a remoção de camadas compactadas em subsuperfície. Realizam a **desagregação subsuperficial por compressão**. Seu emprego não é corriqueiro como as outras operações de preparo primário, devendo ser utilizado apenas quando há impedimentos em profundidade superiores àquelas atingidas pelos outros equipamentos. Estes impedimentos são geralmente camadas

compactadas pelos próprios equipamentos de preparo de solo recebendo o nome genérico de “pé de arado” e estão em profundidades que podem exceder os 0,3 m. São equipamentos que podem atingir profundidades superiores a 0,6 m para culturas anuais e superiores a 1,5 m para cultivos perenes. Em função da profundidade e de ser empregado com o solo em consistência firme, a largura de trabalho obtida em uma passada é pequena e a velocidade baixa. Demanda elevado esforço para tração, sendo usualmente a operação de preparo mais onerosa.

1.1.1 Constituição dos subsoladores

Os órgãos ativos dos subsoladores são as hastes. Estas podem apresentar formatos distintos e estar munidas de diferentes tipos de ponteiros. As hastes mais retas tendem a provocar mais fragmentação que aquelas com formato mais arredondado ou parabólico. Ponteiros mais largos e com maior ângulo de ataque a o solo tendem a provocar desagregação de volume maior de solo, ao custo de maior exigência de força para tração.

<p>Ilustração de um subsolador acoplado ao sistema de 3 pontos do trator, sendo possível identificar a haste e a ponteira.</p> <p>O subsolador realiza a desagregação através de compressão do solo, exigindo para isso que o solo tenha consistência firme, aquela entre a dura e a friável.</p>	
<p>Formatos de hastes mais comuns:</p> <p>A) reta – desagregação mais intensiva com maior demanda de força para tracionamento</p> <p>B) Inclinada</p> <p>C) Curva</p> <p>D) Parabólica – desagregação menos intensiva com menor demanda de força para tracionamento</p>	

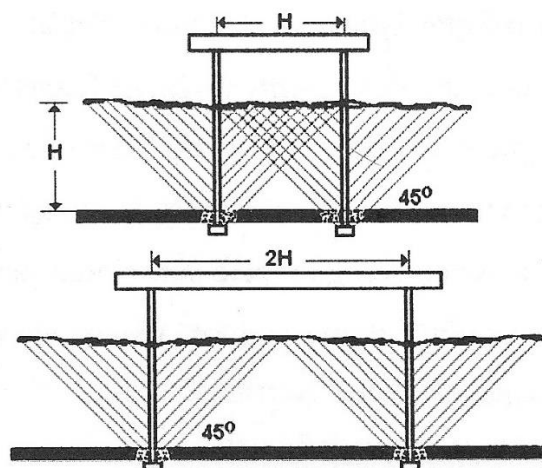
<p>Detalhamento do ângulo de ataque da ponteira do subsolador.</p>	
<p>Ponteiras com ângulos de ataque superiores a 25° (A) apresentam desagregação mais pronunciada exigindo, entretanto, maior força de tração. No outro extremo, ângulos de ataque inferiores a 10° (C) provocam baixa mobilização. A situação intermediária, com ângulos de ataque próximo a 20° (B) é aquela que combina capacidade de desagregação com menor esforço para tração;</p>	

Os subsoladores podem ser construídos de modo que as hastes estejam alinhadas em uma mesma seção ou divididas em seções. Quando as hastes estão alinhadas em uma mesma seção, todas atacam o solo ainda não mobilizado de modo simultâneo. Isto promove desagregação mais intensa, porém eleva o esforço necessário para tracionar cada haste. Ao intercalar as hastes entre seções elas são arranjadas de modo que aquelas colocadas na seção traseira ocupem a parte central daquelas da seção dianteira. Com esse tipo de arranjo há um equilíbrio de esforços e o equipamento tende a permanecer mais nivelado em relação ao terreno. Também, as hastes da seção dianteira acabam por auxiliar o trabalho realizado por aquelas da seção traseira.

<p>Montagem com todas as hastes alinhadas</p>	<p>Montagem com hastes posicionadas em mais de uma seção</p>
	

Em relação ao acoplamento ao trator, os equipamentos com número reduzido de hastes são usualmente acoplados ao sistema de engate de 3 pontos. Os equipamentos com maior número de hastes e, portanto, maior largura de trabalho são usualmente acoplados através da barra de tração e nesse caso possuem rodas para transporte e que também servem para ajustar a profundidade de revolvimento.

Para que o preparo seja feito de modo uniforme estes equipamentos devem ter suas hastes espaçadas em distâncias inferiores a 1,5 vezes a profundidade de trabalho. Por exemplo se a profundidade pretendida é de 0,4 m a distância máxima entre hastes deve ser 0,6 m, porém quanto mais próximo a relação for de 1:1 melhor será a desagregação. A figura abaixo apresenta um esquema da desagregação realizada com hastes espaçadas em 1 e 2 vezes a profundidade de trabalho. É possível notar que há uma porção que sofre interferência de ambas as hastes quando a relação é 1:1 e isso não ocorre quando o espaçamento é duas vezes a profundidade, situação em que grande parte do solo sequer sofre mobilização.



Os subsoladores podem estar dotados de discos verticais que cortam o solo à frente das hastes, permitindo a operação em situações nas quais há muitos resíduos vegetais sobre o terreno. Também podem possuir rolos destorroadores posicionados após as hastes. Estes servem para reduzir o tamanho dos blocos produzidos, contribuindo para redução da irregularidade do terreno causada pelas hastes.

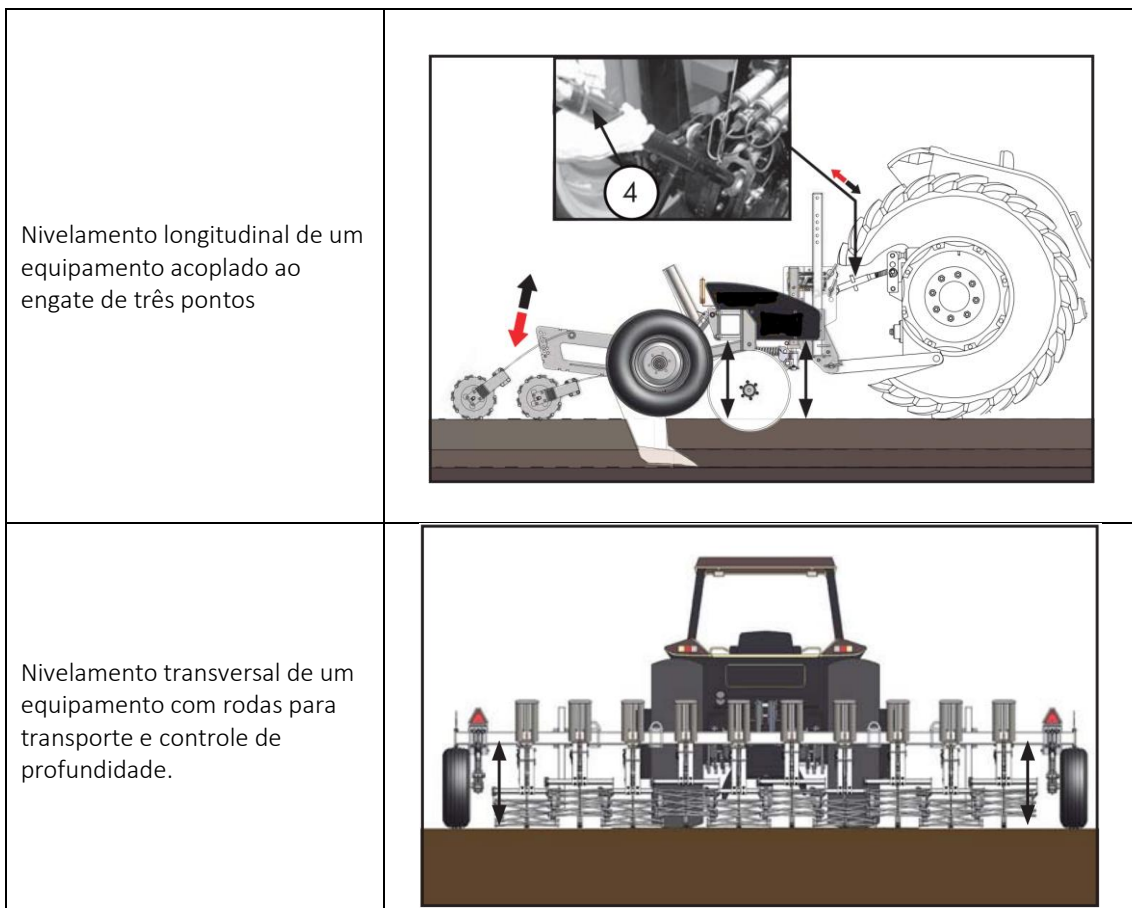


1.1.2 Ajustes dos subsoladores

Alguns equipamentos permitem a substituição de ponteiros para alterar a intensidade de desagregação. Também é possível colocar ou retirar hastes em função da profundidade desejada para a operação, visando manter uma relação espaçamento /profundidade adequada.

Os equipamentos devem estar nivelados longitudinalmente e transversalmente em relação ao terreno para assegurar que as hastes ataquem o solo de modo adequado. Nos equipamentos acoplados ao engate de 3 pontos o nivelamento transversal é realizado através da posição relativa dos braços inferiores e o nivelamento longitudinal é realizado através do terceiro ponto.

Para os equipamentos acoplados à barra de tração, o tirante, componente que acopla o equipamento à barra de tração, dispõe de um fuso ou de orifícios com posições relativas que permitem alteração da angulação. O nivelamento transversal é obtido assegurando que as rodas de apoio e para transporte estejam nas mesmas posições em ambos lados do equipamento.



1.1.3 Características operacionais dos subsoladores

Por ser operação realizada para desagregar em profundidades que excedem os 0,3 m estes equipamentos demandam elevado esforço de tração. Há grande variação entre modelos e fabricantes, mas a potência demandada para cada haste geralmente excede 20 cv. A velocidade de operação é geralmente inferior aos 5 km h^{-1} , considerada baixa quando comparada a outros equipamentos. O custo da operação tende a ser elevado pois o consumo de combustível é pronunciado e em função do tempo disponível pode ser necessário utilizar mais de um equipamento em uma mesma área. Após a operação de subsolagem geralmente são necessárias operações adicionais de preparo primário para deixar o terreno em condições para receber o preparo secundário.

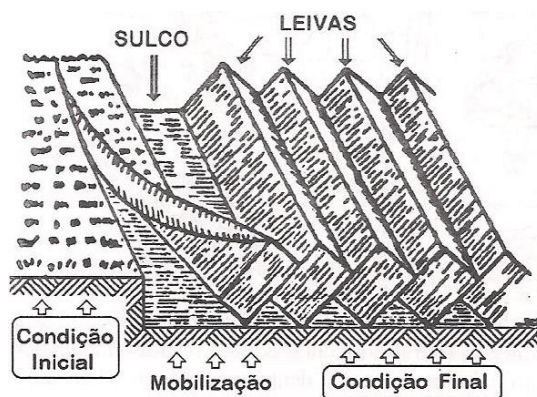
1.2 Arados de aivecas

Os arados de aivecas são os equipamentos de preparo do solo de larga aplicação, quando se considera a agricultura mundial. Foram desenvolvidos ao longo de milênios saindo de versões manuais construídas de madeira, chegando a equipamentos de grande porte com ajuste totalmente automatizado nos últimos anos.

No ambiente tropical sua utilização foi largamente realizada no início da mecanização, pela ausência de outros equipamentos e pelo desconhecimento das técnicas conservacionistas.

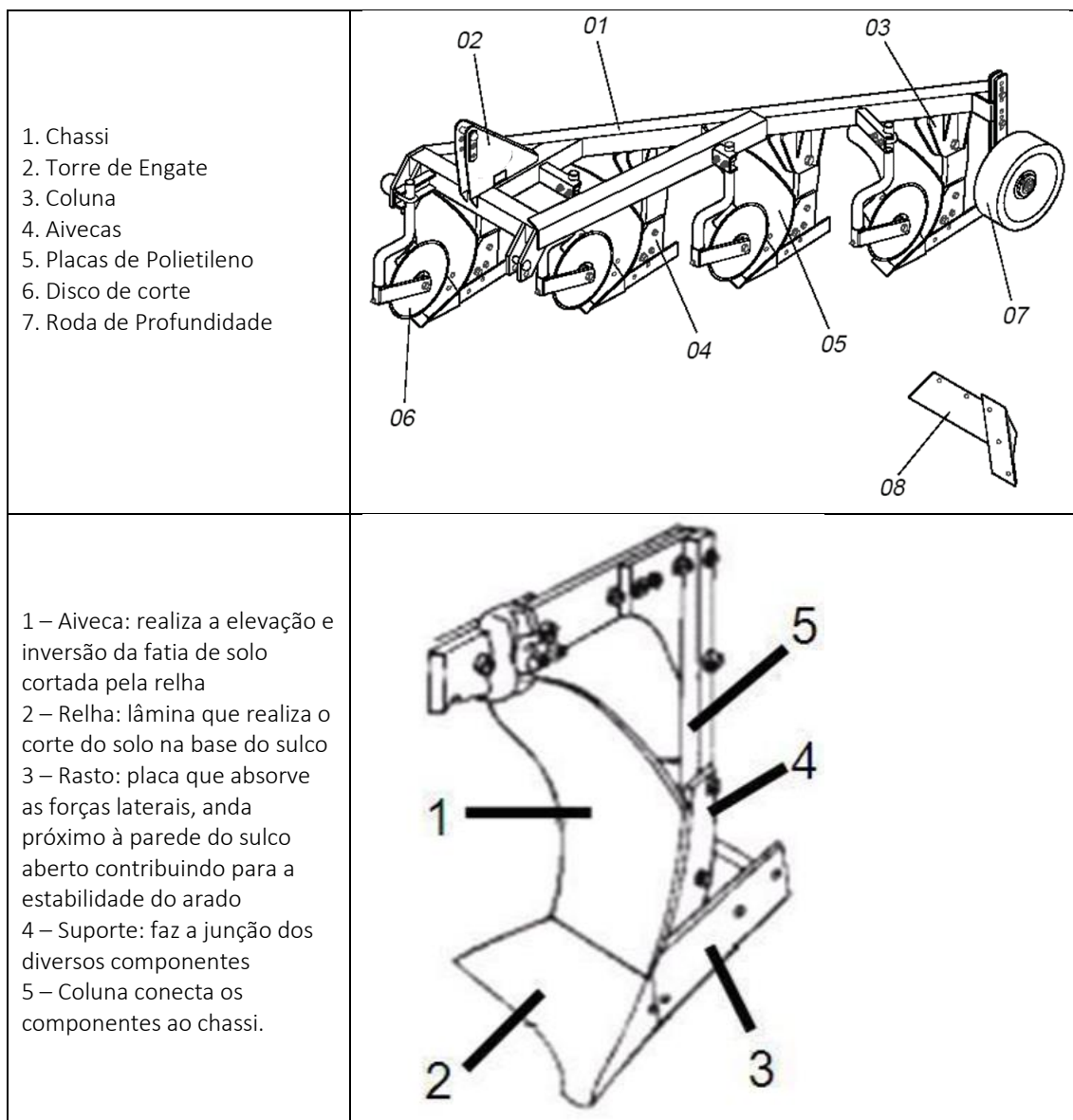
Seu grande diferencial em relação a outros equipamentos é a capacidade de realizar a **inversão de camadas**, permitindo trazer o solo que está em subsuperfície para a superfície e simultaneamente provocando a incorporação do que está na superfície. Por esse motivo é o melhor equipamento para realizar a incorporação de corretivos ao solo sendo utilizado em muitas áreas no início do processo de exploração e em outras já cultivadas quando se identificam problemas graves de toxidez e acidez em profundidade.

Os órgãos ativos desses equipamentos apresentam uma conformação que permite realizar o fatiamento do solo em porções contínuas denominadas leivas que sofrem torção, girando sobre si antes de serem lançadas lateralmente.



1.2.1 Constituição dos arados de aivecas

Os arados de aivecas podem apresentar versões para acoplamento ao engate de três pontos, para operar de modo semi-montado ou para tracionamento através da barra de tração. Estão disponíveis em diversas configurações de aivecas em função do tipo de solo e da profundidade de operação. Usualmente aivecas estão disponíveis para operar em profundidades que oscilam desde 0,2 até 0,4 m, com larguras de corte oscilando desde 0,3 até 0,45 m por aiveca.





As aivecas podem ter conformações distintas em função do tipo de solo e velocidade deslocamento. Ao se adquirir um arado de aivecas é possível optar pelo tipo mais adequado à condição do terreno.

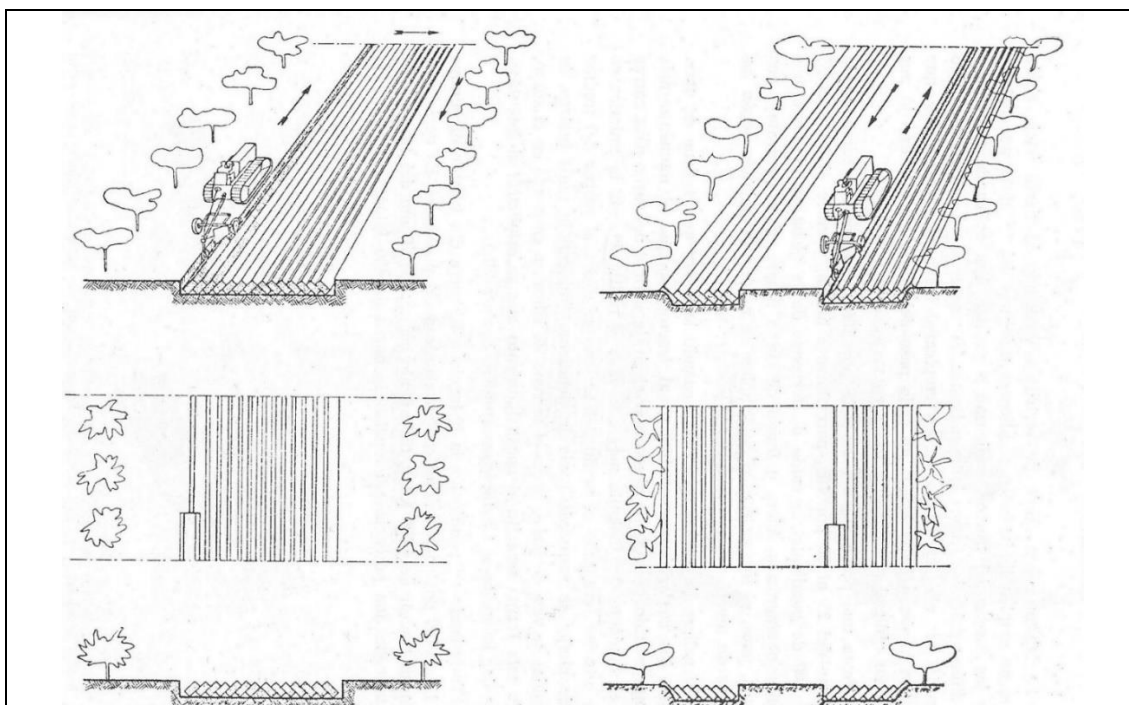
<p>Aiveca de conformação cilíndrica, indicada para operação em maior profundidade ou em solos com elevada resistência mecânica</p>	
<p>Aiveca de conformação helicoidal, indicada quando a aração é mais rasa e quando o solo tem menor resistência, permitindo o deslocamento em maior velocidade.</p>	
<p>Aiveca recortada, independente da conformação o uso de recortes previne a adesão de solos, o que pode ser restritivo em solos argilosos particularmente em argilas de maior atividade.</p>	
<p>Uma alternativa para operar em solos pegajosos é o uso de materiais com baixa rugosidade nas aivecas como é o caso dos polímeros.</p>	

Em função modo que realizam a desagregação sempre lançam o solo em uma mesma direção, usualmente para a direita, quando visto por trás.



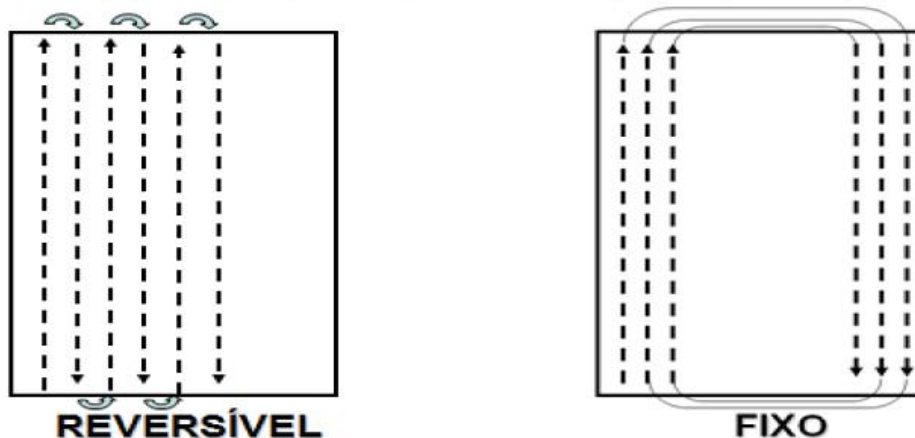
Isto faz com que seja necessário adotar um caminhamento no campo que requer deslocamento nas cabeceiras e passadas laterais sempre no mesmo sentido. Além disso o encontro de duas porções das áreas aradas em sentidos opostos produzira o chamado sulco morto no qual uma valeta é feita no meio da área ou do camalhão, no qual há o acúmulo de material formando uma porção mais elevada. Os arados reversíveis surgiram como uma alternativa a esta limitação, diferentes dos arados fixos eles possuem dois conjuntos de ferramentas, o que permite operar em sentidos opostos nas passadas laterais, bastando para isto que o operador troque o conjunto de aivecas utilizado

Arado de aivecas fixo	
Arado de aivecas reversível	



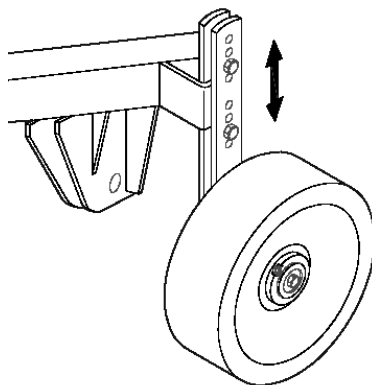
Acima resultado da operação com arado fixo, à esquerda formação do “camalhão” e à direita o sulco morto.

ARADOS REVERSÍVEIS PERMITEM MELHOR DESEMPENHO OPERACIONAL, POIS, PERDE-SE MENOS TEMPO EM MANOBRAS DE CABECEIRAS



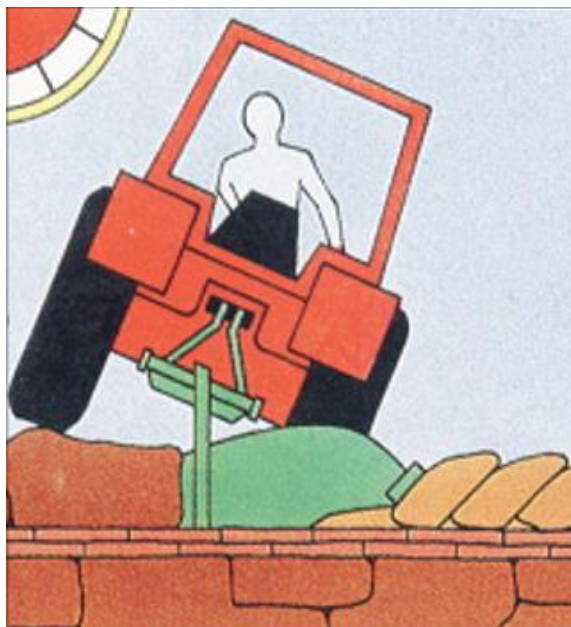
1.2.2 Ajustes dos arados de aivecas

Dentre as possibilidades de ajuste dos arados de aivecas estão a largura e a profundidade. Para um mesmo conjunto de aivecas a profundidade é ajustada através da roda limitadora, posicionada ao final dos chassis. Os arados de aivecas apresentam o que se denomina sucção, ou seja, ao se deslocarem a resultante de esforços sobre as ferramentas provoca sua penetração no solo. A roda limitadora restringe a profundidade através de fusos ou de orifícios e pinos, conforme a figura abaixo.



Em relação à largura os arados, alguns modelos podem ter a distância entre as aivecas alterado no chassi, o que confere maior largura ao equipamento na medida que a distância entre aivecas é alterada.

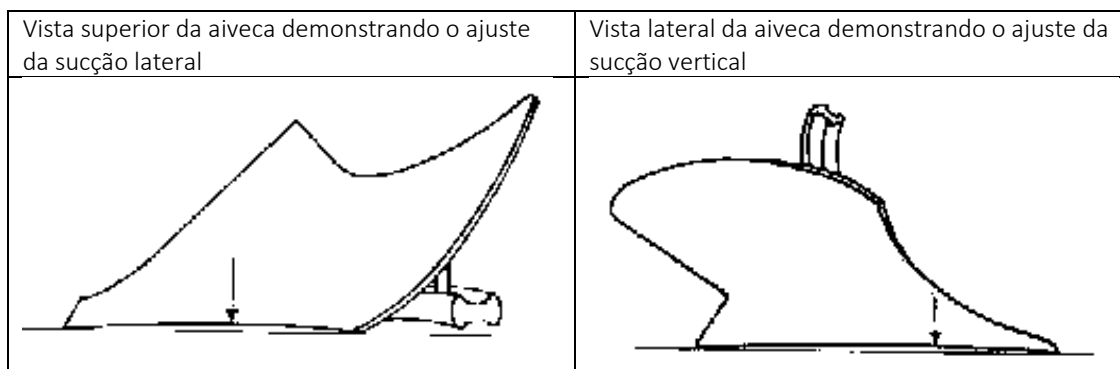
Uma característica particular dos arados é a necessidade, para a maior parte dos modelos, de que o trator opere com os rodados de um dos lados dentro do sulco aberto na passada anterior do arado (uma primeira passada é realizada com nivelamento longitudinal distinto para abrir o sulco quando se inicia a aração). Ao operar com uma roda dentro do sulco é possível assegurar que toda a largura do equipamento opere em uma mesma profundidade.



Para os arados acoplados ao engate de 3 pontos é necessário realizar o ajuste da bitola do trator em função da largura de trabalho do arado, isto assegura que não fiquem porções de solo sem mobilização ou que haja porções mobilizadas mais de uma vez.

Os nivelamentos longitudinal e transversal são também necessários. Como durante a operação o trator opera com duas rodas no interior do sulco o nivelamento transversal deve ser realizado na posição de trabalho.

Os arados de aivecas também apresentam dispositivos que permitem ajustar as distâncias entre a aiveca e o fundo do sulco (horizontal) e entre o rasto e a lateral do sulco (a parede do sulco aberto, na vertical). Devem ser mantidas folgas, especificadas pelo fabricante, para assegurar que o corte do solo ocorra sem esforço excessivo e sem desestabilizar o arado, mantendo profundidade e largura constantes. A este ajuste se denomina Sucção lateral (distância entre o rasto e a parede) e Sucção Vertical, (distância entre a aiveca e o fundo do sulco).



1.2.3 Características operacionais dos arados de aivecas

Para o uso dos arados de aivecas o solo deve ter consistência friável, permitindo que seja adequadamente cortado e sofra o torcionamento que ocasiona a desagregação. A operação em solos muito secos não permite uma desagregação adequada, com a formação de blocos de dimensões elevadas. A operação com o solo muito úmido causa deformação do solo e pode ser impossibilidade pela aderência de solo às aivecas.

Geralmente estes equipamentos apresentam mecanismos que permitem que as aivecas sejam deslocadas caso algum obstáculo seja atingido durante a operação. Em solos com presença de rochas, tocos e outros obstáculos a aração com aivecas é por vezes impossível e como alternativa podem ser empregados os arados de discos.

A velocidade de operação é uma das possibilidades de ajuste para causar a desagregação, devendo ser alterada em função das condições do solo de modo que ele não seja arremessado (velocidade excessiva) nem deixe de ser invertido (velocidade baixa).

Existem modelos matemáticos empíricos ajustados para distintos tipos de solo que permitem inferir sobre a força demandada para a operação com arados. A observação das constantes permite verificar a pronunciada elevação no esforço em função do tipo de solo e a diferença nos esforços exigidos pelo arado de aivecas e pelo arado de discos, menos exigente que o de aivecas.

$F = a + b \cdot v^2$ Em que: F = força por unidade da secção da leiva (N/cm ²) a, b = constantes que dependem do solo e do tipo de arado v = velocidade de deslocamento da máquina, km/h		
Arados de Aivecas		
Tipo de Solo	Coefficiente a	Coefficiente b
Argila Siltosa	7,0	0,049
Silto arenoso	3,0	0,032
Franco arenoso	2,8	0,013
Areia	2,0	0,013
Arados de Discos		
Tipo de Solo	Coefficiente a	Coefficiente b
Argiloso	5,2	0,039
Franco	2,4	0,045

1.3 Arados de discos

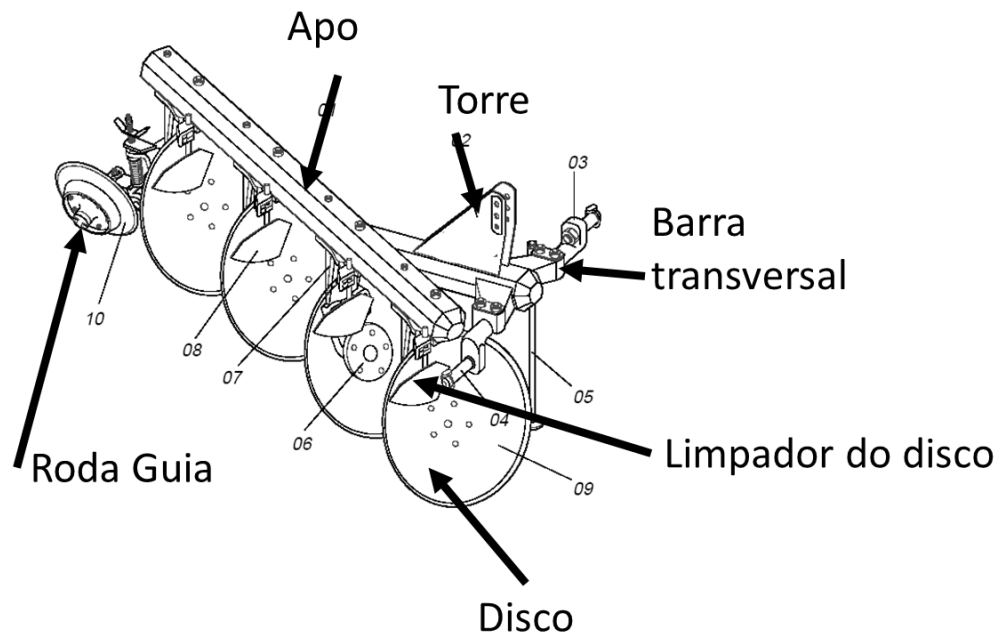
Os arados de discos foram desenvolvidos para contornar algumas limitações dos arados de aivecas como é o caso da operação em terrenos pedregosos. Apresentam capacidade de inversão inferior aos arados de aivecas, mas demandam menor esforço para o tracionamento.

1.3.1 Constituição dos arados de discos

Os órgãos ativos são discos curvados com diâmetro entre 0,7 e 0,7 m, que parecem bacias. Os discos são angulados em relação ao sentido de deslocamento (42 a 45°) e em relação à vertical (15 a 25°). Ao se deslocar, realizam o corte do solo e por apresentarem movimento rotativo, causado pelo próprio contato com o solo que está sendo cortado, geram como resultado o carregamento de solo na concavidade do disco e seu arremesso lateral ocorrendo a inversão da camada.

Os arados de discos mais comuns são aqueles com acoplamento através do engate de três pontos, estando presente uma estrutura denominada Apo, na qual são presas as colunas que possuem mancais nos quais os discos são presos. Uma roda guia que contém uma sega (disco de corte) serve para limitar a profundidade de trabalho mas é principalmente importante para dar estabilidade lateral ao arado, que sempre tenderá a se deslocar para a esquerda uma vez que desloca o solo para a direita (vista por trás do trator). Os limpadores do disco, também denominados raspadores, auxiliam no direcionamento do solo para que ocorra sua inversão, mas também tem a função de remover excesso de material, permitindo que o arado opere em condições de solo pegajoso que seriam impossibilitadas no caso das aivecas.

A torre e a barra transversal são utilizadas para o acoplamento do trator ao trator.

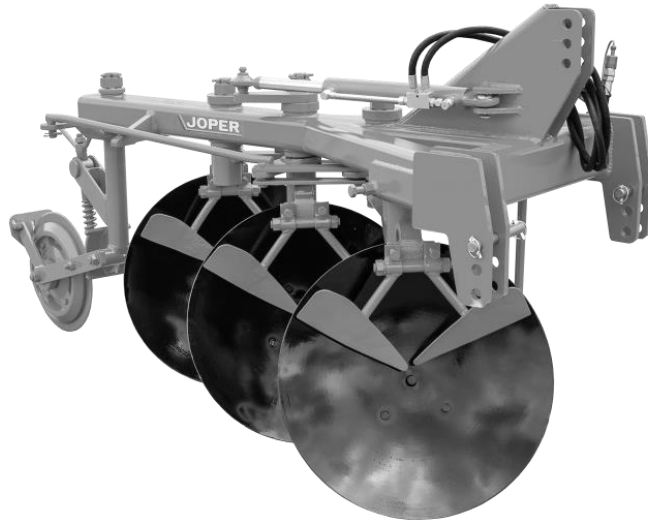


Da mesma forma que nos de aivecas há arados de discos fixos e aqueles reversíveis. Construtivamente, pelo fato de utilizar discos a solução nos de discos é mais simples e econômica, tornando-os de grande aceitação e versatilidade. Há versões com inversão da posição dos discos realizada manualmente e outras em que o acionamento é realizado através do comando remoto através de um cilindro hidráulico presente no equipamento

Arado de discos fixo, notar que os discos são presos ao apo sem possibilidade de movimentação

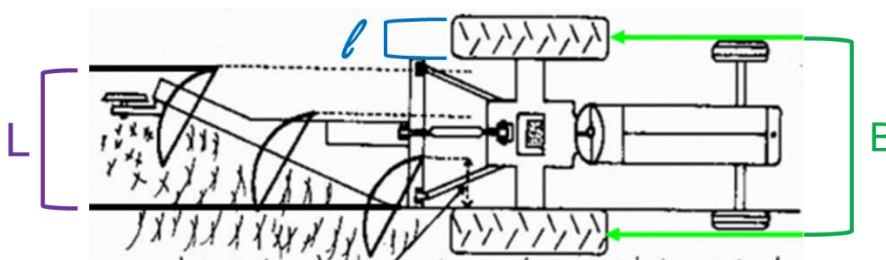


Arado de discos reversível com alteração da posição dos discos realizada através de cilindro hidráulico. Notar que a fixação dos discos ao apo é realizada através de eixo que permite rotação.



1.3.2 Ajustes dos arados de discos

O arado de discos também exige que o trator opere com um dos lados dos rodados dentro do sulco aberto na passada anterior. Para que todo o solo seja mobilizado é necessário **ajustar a bitola do trator**, que dependerá da largura de operação do arado e da largura do pneu do trator, conforme figura abaixo.



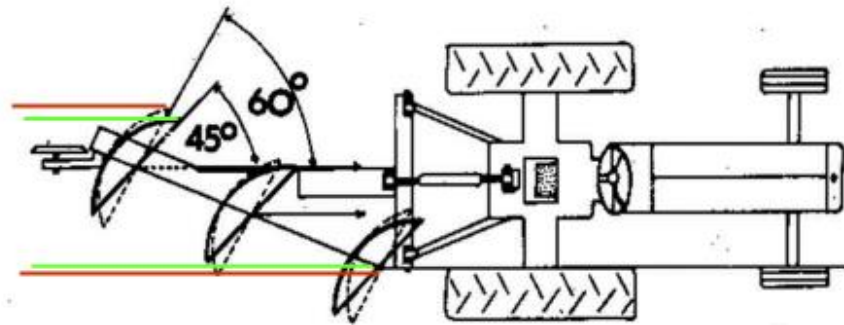
B = bitola do trator

L = largura mobilizada pelo arado

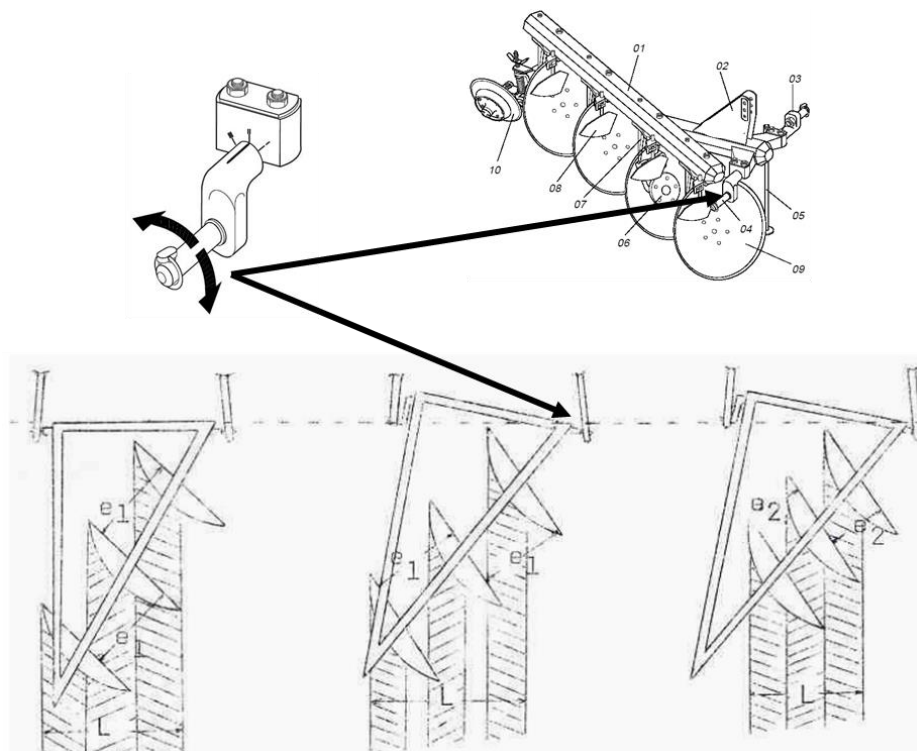
l = largura do pneu

$$B = L + l$$

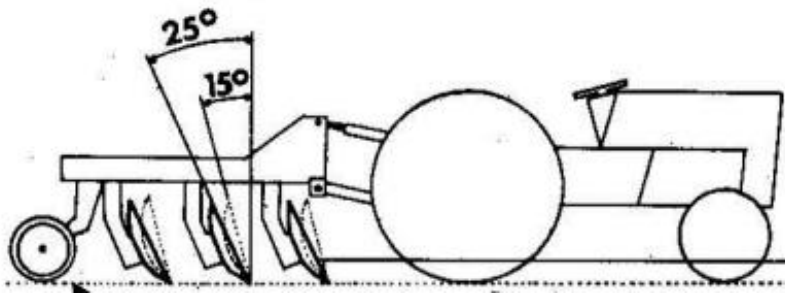
A largura de operação do arado depende do número de discos e para um dado número de discos pode ser aumentada através do aumento do ângulo horizontal do disco (figura a seguir, 45° menor largura, 60° maior largura), a elevação da largura depende da resistência mecânica do solo, quando os solos são muito duros é necessário reduzir a largura para assegurar a operação em profundidade adequada.



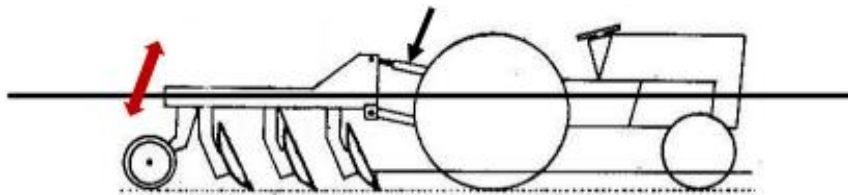
A barra transversal (figura abaixo) apresenta pontos de acoplamento excêntricos para permitir a alteração da posição de tração, complementando o ajuste de largura e da estabilidade lateral do arado.



Para aumentar a profundidade de operação do arado há o ajuste do ângulo vertical dos discos. Quanto mais inclinado estiver o disco, ou seja, quanto menor for o ângulo vertical maior será a tendência de que o mesmo penetre no solo, permitindo chegar a maiores profundidades. Na figura abaixo é apresentada uma vista lateral do arado e identificado o ângulo vertical.

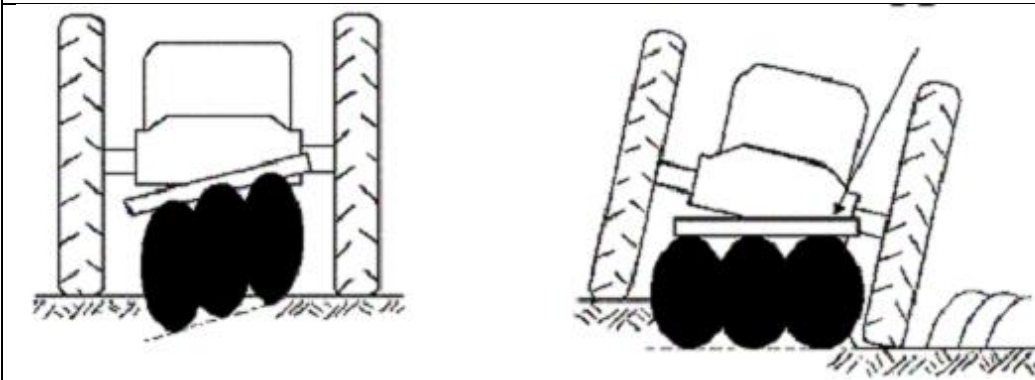


Os ajustes dos nivelamentos longitudinal e transversal são realizados através do terceiro ponto e dos braços inferiores respectivamente. No nivelamento longitudinal ao recolher o fuso do terceiro ponto a tendência é erguer a extremidade do arado.



Tanto o nivelamento longitudinal quanto o transversal deve ser realizado após o trator estar na posição de trabalho, já com as rodas de um lado do trator dentro do sulco. Isto assegura a profundidade adequada de operação e a regularidade ao longo de toda faixa mobilizada.

Nivelamento transversal do arado. À direita discos nivelados com o terreno já na posição de trabalho. Na esquerda trator fora do sulco, demonstrando que o arado deve permanecer transversalmente desnivelado nessa situação.



1.3.3 Características operacionais dos arados de discos

Os arados de discos apresentam desempenho na inversão de camadas pouco inferior aos de aivecas, mas são equipamentos mais versáteis que podem ser operados em condições de solo e na presença de obstáculos que limitam o uso do arado de aivecas. Sua velocidade de operação pode ser maior e seus ajustes são mais simples. Uma limitação deste tipo de equipamento é a sua menor capacidade de corte em profundidade, em função do tipo de órgão ativo a sucção é menor e a penetração é dependente de seu peso. Por isso são equipamentos extremamente robustos e muito pesados o que restringe seu tamanho quando acoplado ao sistema de três pontos nos tratores e modelos de arado menores.

1.4 Grades de discos (*intermediarias, pesadas, super pesadas*)

As grades são os equipamentos predominantes nas operações de preparo do solo na atualidade. Realizam a mobilização através de **corte e deslocamento lateral** do solo, e por isso devem ser empregadas em condição de solo friável. Embora também admitam operação em solo mais resistentes. Há uma diversidade de soluções construtivas e de modelos e tamanhos em função da aplicação. As grades utilizadas no preparo primário possuem discos maiores, e mais espaçados o que permite atingir profundidades de até 0,35 m, guardando uma relação em que a profundidade máxima atingida é aproximadamente um terço do diâmetro dos discos.



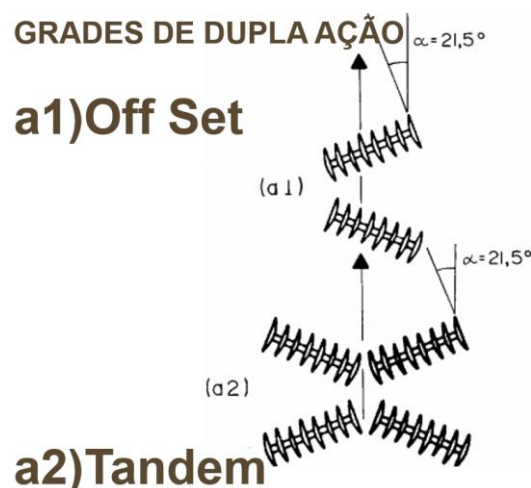
1.4.1 Constituição das grades de discos

Os discos que realizam o corte e deslocamento do solo são presos a mancais que por sua vez compõem eixos. A quantidade de discos por eixo e por mancal pode oscilar sendo geralmente menor quanto maior for o tamanho do disco. Os discos podem ter os bordos lisos ou recortados. Discos recortados são mais agressivos e geralmente utilizados nas grades para preparo primário. Os eixos são presos ao chassi da grade de modo a ficarem posicionados com uma angulação em relação ao sentido de deslocamento da grade. Há versões de grades para acoplamento através do sistema de três pontos, mas para aquelas voltadas ao preparo primário predominam as acopladas através da barra de tração.

Embora haja grades com apenas um eixo, denominadas grades de ação simples, as mesmas são pouco usuais por causar menor desagregação e por lançarem o solo apenas em uma direção exigindo que a operação seja realizada em um mesmo sentido.

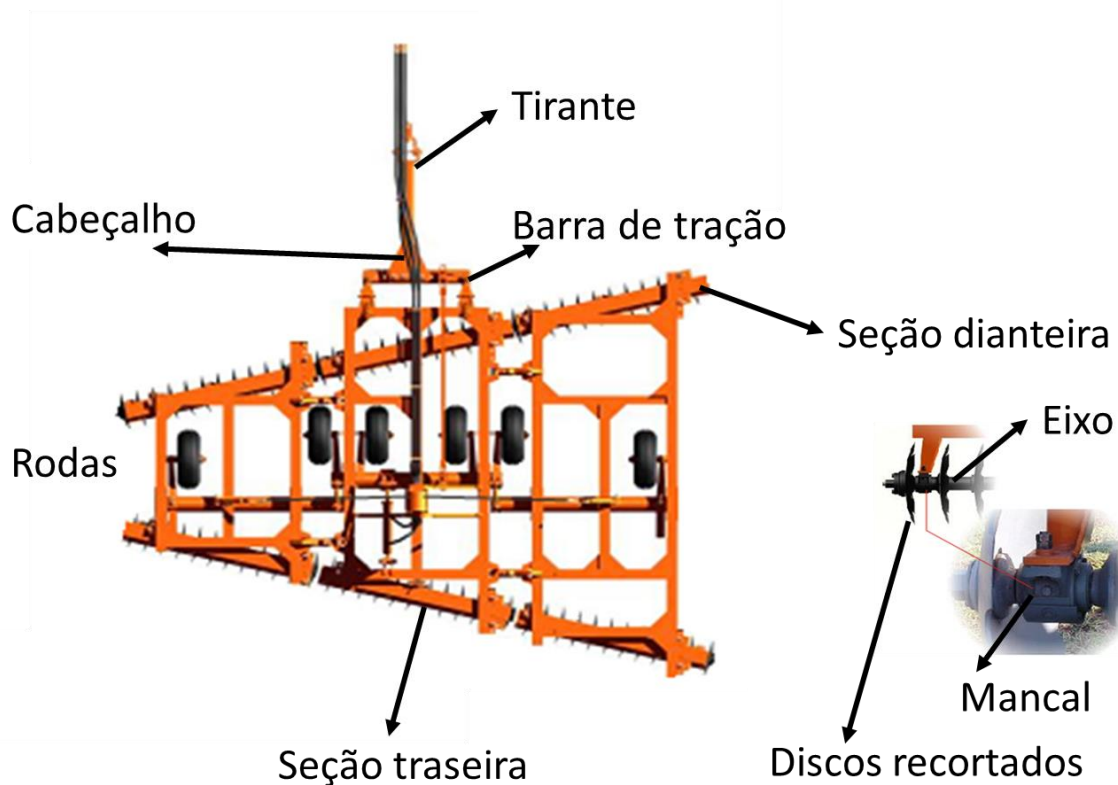
As grades de dupla ação possuem duas seções de discos que arranjadas de forma a deslocar o solo em dois sentidos, resultando em revolvimento sem alteração da posição relativa e a possibilidade de operar em sentidos distintos em passadas laterais. As grades de dupla ação podem ter construção denominada off set ou construção tandem. A construção off set é usualmente empregada em grades de maiores dimensões. É uma construção mais simples, mas apresenta a desvantagem de que opera deslocada em relação ao trator, uma vez que seu centro de resistência de esforços está desalinhado de seu centro.

As grades tandem são mais complexas, porém apresentam a vantagem de terem suas seções dianteiras balanceadas pelas seções traseiras, o que faz coincidir o seu centro de resistência com o centro do equipamento, facilitando o ajuste e operação em campo.



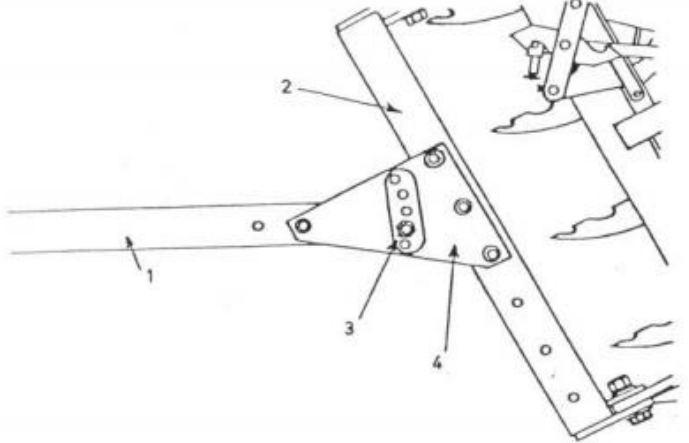
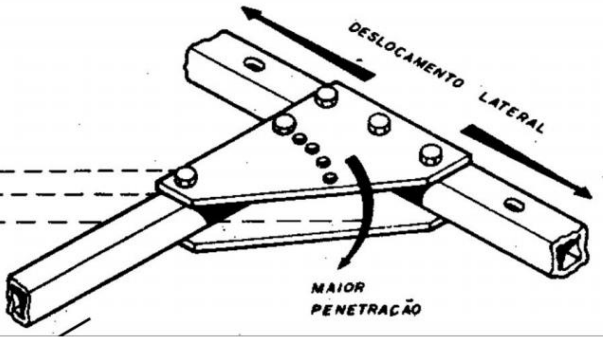
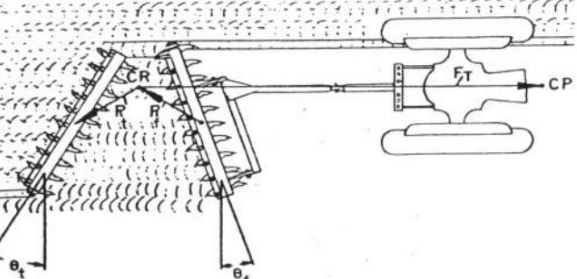
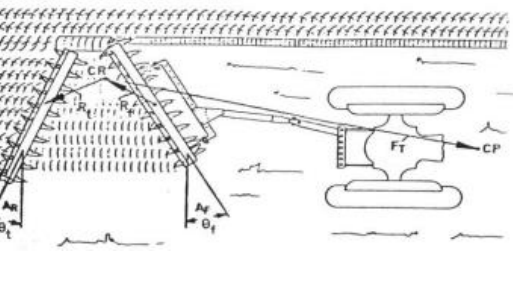
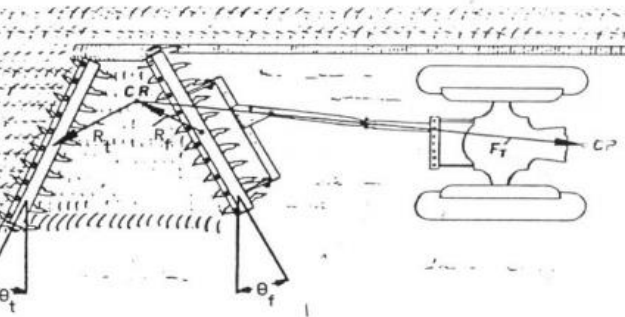
Na figura abaixo são apresentados diversos componentes de uma grade de discos na construção off set. Por se tratar um equipamento grande, muito largo, o transporte é realizado com auxílio de rodas que são acionadas através do comando remoto do trator. O chassi desse tipo de equipamento muito largo usualmente apresenta-se seccionado, permitindo que as extremidades sejam erguidas sobre uma porção central o que facilita o transporte em rodovias e a passagem em porteiros.

Dentre os componentes mais importante das grades estão o tirante, que permite o acoplamento à barra de tração do trator, o cabeçalho e a barra de tração na grade, que juntos permitem configurar o ângulo de tracionamento e a agressividade.






1.4.2 Ajustes das grades de discos

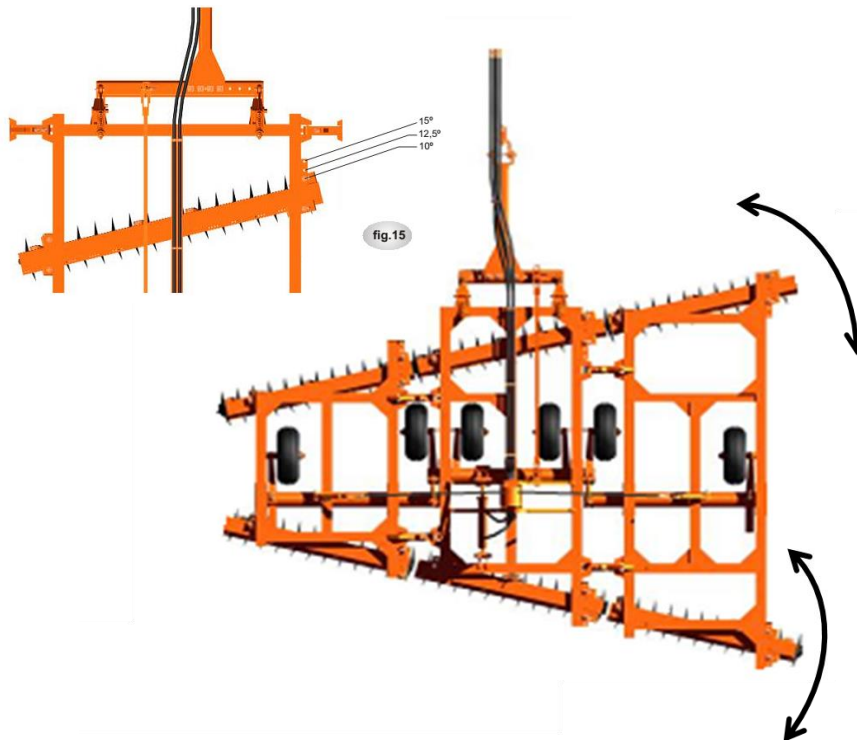
Para as grades offset o ângulo de tracionamento interfere na sua agressividade e em seu deslocamento lateral. Este ângulo é ajustado através da alteração da posição do tirante no cabeçalho.

<p>O tirante (1) é acoplado à barra de tração da grade (2) através do cabeçalho (4) podendo se alterar o ângulo de tracionamento através de movimento pivotante por um pino e pela fixação por pino inserido em orifícios no cabeçalho (3)</p>	
<p>Além do ajuste do ângulo de tracionamento é possível ajustar a posição de fixação do conjunto cabeçalho tirante na barra de tração da grade, permitindo controlar o deslocamento lateral da grade. Na figura a posição de acoplamento do tirante no cabeçalho é aquela que torna a grade menos agressiva, na medida que reduz o ângulo de ataque da seção de discos.</p>	
<p>Exemplo ilustrativo em que o centro de resistência da grade está alinhado com o centro de força do trator. O problema neste caso é que o trator está operando com o rodado sobre o terreno já mobilizado. Notar a posição extrema do cabeçalho</p>	
<p>Neste caso o trator opera em posição adequada, entretanto como o centro de resistência da grade está muito deslocado do centro de força da tração a tendência é de que a grade puxe o trator lateralmente, reduzindo a eficiência e elevando o desgaste.</p>	
<p>Nesta posição, obtida pela combinação das posições do ângulo de tração e do deslocamento do cabeçalho, foi possível equilibrar os esforços mantendo o trator e a grade desalinhados sem, entretanto, prejudicar a eficiência e a qualidade do preparo</p>	

Em relação ao ajuste de profundidade de operação, o mesmo pode ser realizado através da posição relativa das rodas, quando presentes e complementarmente através do ângulo de acoplamento do tirante em relação à horizontal.

<p>Na posição horizontal a grade é tracionada em uma posição neutra, os esforços realizados sobre a seção dianteira e traseira são semelhantes. É a posição a ser utilizada em condições normais de solo.</p>	 <p>fig.12 Tirante</p>
<p>Ao de inclinar a extremidade para baixo o resultado é que a maior parte do esforço de tração será deslocado para a seção dianteira da grade, tornando o corte mais agressivo e permitindo manter a profundidade em condições de solo muito duro.</p>	 <p>fig.13 Tirante</p>
<p>Ao se erguer a extremidade do tirante ocorre o inverso. O esforço de tração será transferido para a seção traseira da grade, tornando-a menos agressiva. Esse ajuste é realizado quando o solo está muito macio.</p>	 <p>fig.14 Tirante</p>

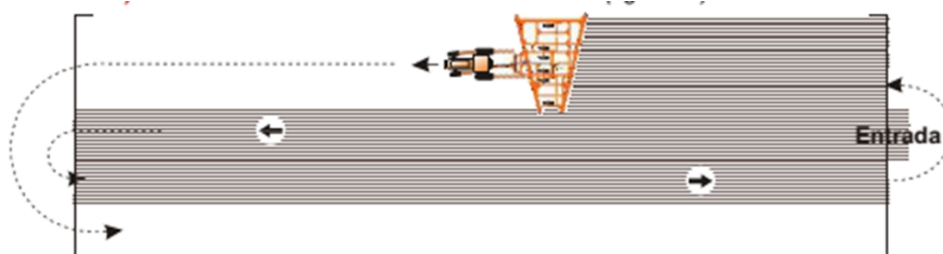
A agressividade da grade também é ajustada a partir da alteração dos ângulos de ataque dos discos em relação ao sentido de deslocamento. Este ajuste é possível através da “abertura” ou “fechamento” das seções das grades. Quanto mais abertas maior é o ângulo de ataque do disco e, portanto, maior a agressividade. Nas grades que não dispõem de rodas para transporte a posição totalmente fechada é utilizada para transporte.



1.4.3 Características operacionais das grades de discos

As grades pesadas, utilizadas no preparo primário demandam potência na ordem de 70 a 75 por metro de largura da grade. São, portanto, bastante exigentes e usualmente apresentam larguras menores que as utilizadas no preparo secundário. A velocidade de operação oscila entre 5 e 7 km h⁻¹.

As grades de dupla ação na configuração off set não devem ser manobradas com para o lado de maior abertura pois isso leva a danos e quebras severas. As manobras devem ser realizadas para o lado mais fechado da grade, conforme a figura abaixo.



1.5 Observações

Os equipamentos utilizados no preparo primário podem também ser utilizados na etapa de estabelecimento de sistemas conservacionistas com preparo ou nos preparativos para a semeadura direta. Nesses casos os equipamentos são empregados para a remoção de impedimentos físicos, no qual o subsolador pode ser utilizado, mas também e principalmente na incorporação de corretivos ao solo, preferencialmente com os arados, mas também com as grades.

2. Preparo secundário

2.1 Grades de discos (leves)

As grades utilizadas no preparo secundário guardam as mesmas características construtivas daquelas utilizadas no primário sendo, entretanto, equipamentos mais leves, voltados à quebra de blocos de solo visando seu destorroamento e nivelamento.



Na sequência é apresentada uma classificação que permite a comparação entre elas.

CLASSES	Distância entre discos(*)	Diâmetro de disco (*)	Finalidade
GRADE ULTRA-LEVE Normalmente não são grades de arrasto e sim de engate hidráulico.	18 cm	18 pol	Limpeza do mato nas entrelinhas de soqueiras de cana-de-açúcar e de pomares cítricos (nestes sem causar muito dano às raízes), eliminação de ervas daninhas a uma pequena profundidade. Redução do tamanho dos torrões para maior efeito do herbicida de pré-emergência.
GRADE LEVE	20 cm	20 pol	Nivelamento e destorroamento como operação final de acabamento do preparo de solo em cereais (culturas anuais de forma geral).
	23 cm	24 pol	Nivelamento e destorroamento como operação final de acabamento do preparo de solo em cana-de-açúcar
GRADE MÉDIA (GAI-grade aradora intermediária)	27 cm	28 pol	Preparo do solo para cereais (culturas anuais de forma geral) e reforma de pastagens. Em cana-de-açúcar complementa o trabalho da grade pesada no preparo de solo e na destruição de soqueira.
GRADE PESADA (GAP-grade aradora pesada)	34 cm	32 pol	Preparo de solo mais profundo em culturas como a cana-de-açúcar (primeira gradagem) e terras virgens
SUPER-PESADA (GASP-grade aradora super pesada)	45 cm	36 pol	Idem anterior, porém em situações de maiores dificuldades de penetração e corte de restos vegetais

(*) valores típicos, podendo haver variação em torno dos mesmos.

2.1.1 Constituição das grades de discos leves

As mesmas das grades pesadas, havendo, entretanto, equipamentos com maiores dimensões, com maior participação de construção em tandem.

2.1.2 Ajustes das grades de discos leves

Os mesmos das grades pesadas.

2.1.3 Características operacionais das grades de discos leves

Por operarem visando o destorroamento e nivelamento, portanto de modo mais superficial e sobre terreno que não oferece resistência mecânica elevada estes equipamentos demandam menos potência, entre de 30 e 35 cv por metro de largura da grade. São operadas em velocidades mais altas por vezes superiores aos 10 km h⁻¹ buscando a quebra dos blocos de solo por uma ação conjunta de impacto dos discos e lançamento lateral. São equipamentos com maiores larguras, visando aproveitar ao máximo a potência disponível pelos tratores – que também são utilizados no preparo primário.

2.1.4 Observações

Entre as grades leves e as pesadas existem diversos tamanhos de grades que podem ser utilizados tanto no preparo primário como no secundário.

2.2 *Enxada rotativa*

Diferente dos outros equipamentos as enxadas rotativas têm seus órgãos ativos acionados pelo TDP ou sistema hidráulico dos tratores. São equipamentos empregados tanto no preparo secundário como nas culturas que requerem um leiro radicular e se semeadura com baixa presença de torrões. Realizam a mobilização através do revolvimento rotativo, devendo ser operadas em solo com consistência friável. São muito utilizadas quando há interesse em misturar resíduos ou outros materiais ao solo.

2.2.1 Constituição das enxadas rotativas

Os órgãos ativos são lâminas dispostas em uma árvore posicionada transversalmente ao sentido de deslocamento. A árvore apresenta sentido de rotação, cerca de 200 rpm, na mesma direção que o sentido de deslocamento do trator. As lâminas, ao apresentarem velocidade muito superior que aquela do deslocamento do equipamento sobre o solo,

acabam por fatiá-lo e provocar sua pulverização. O solo cortado é lançado para trás podendo colidir contra uma placa de impacto, aumentando a desagregação.

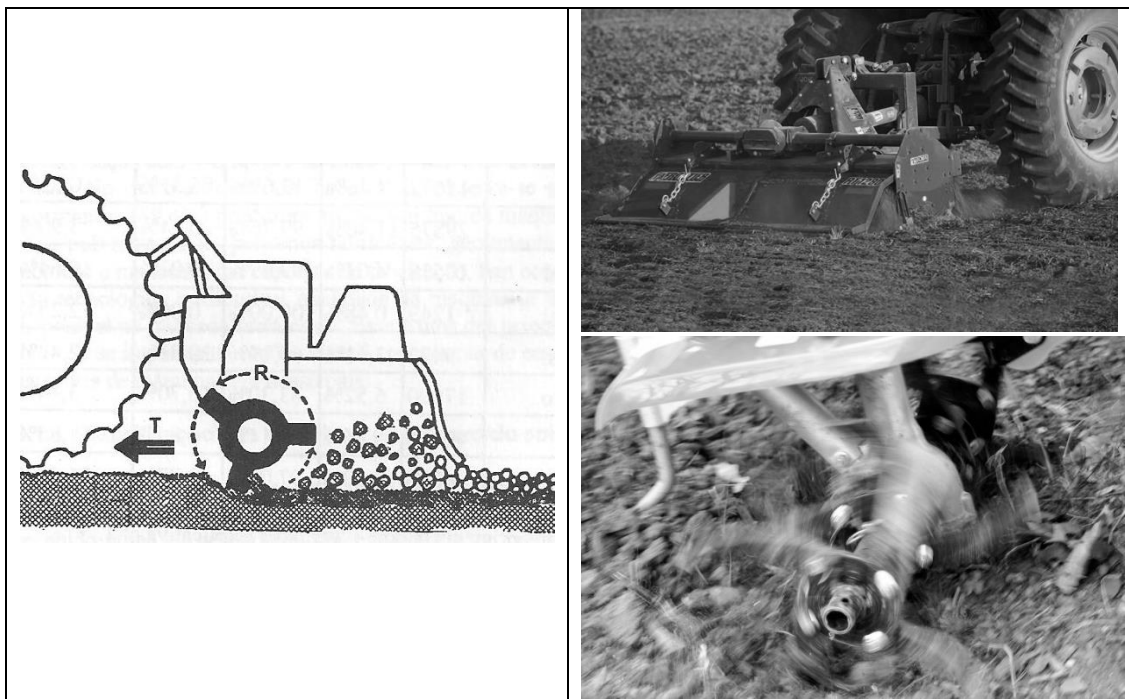
Em função de seu tamanho podem ser tracionadas ou então acopladas ao sistema de três pontos. Há modelos confeccionados para o acondicionamento do solo em canteiros ou para a operação lateralmente e mesmo com reservatórios para incorporação e mistura de fertilizantes ao solo.



2.2.2 Ajustes das enxadas rotativas

A profundidade de operação pode ser ajustada através das rodas, quando presentes ou por meio da posição dos braços inferiores do sistema de três pontos. A troca das flanges e das lâminas por outras de maiores dimensões também pode ser realizada visando elevar a profundidade de mobilização.

A intensidade de desagregação pode ser alterada de diversas formas: alteração da velocidade de deslocamento, alteração da rotação da árvore, alteração do número de lâminas e alteração da posição da placa de impacto. Também deve se proceder ao nivelamento transversal e longitudinal.



2.2.3 Características operacionais das enxadas rotativas

Por serem acionadas pela TDP e pela intensidade de desagregação são equipamentos que demandam elevada potência para operar. Usualmente possuem largura reduzida e são utilizadas sobretudo em culturas encanteiradas.

Equipamentos para preparo conservacionista

3. Escarificadores

O escarificador é o equipamento essencial aos sistemas de preparo conservacionista. Realiza a desagregação a partir da subsuperfície por compressão, através do uso de hastes que operam em profundidades inferiores a 0,3 m, munidas de ponteiros. São utilizados quando é identificada a presença da compactação e não de modo periódico. Exigem solo com maior resistência mecânica para que a desagregação seja adequada. Nos sistemas de cultivo em rotação são usualmente empregados no período seco, após a colheita da segunda safra.

3.1 Constituição dos escarificadores

Sua constituição é muito semelhante à dos subsoladores, possuindo, entretanto, hastes com menores dimensões e em maior número, porém respeitando a relação máxima

entre espaçamento e profundidade de 1:1,5. As hastes estão sempre posicionadas de modo intercalado em duas ou mais seções.

Exemplo de haste de um escarificador. Sua conformação mais reta e com ponteira com maior ângulo de ataque permite desagregação mais pronunciada e na camada superficial



Embora possam existir versões para uso sobre terreno previamente preparado e, portanto, sem presença de resíduo, aqueles voltados a sistemas conservacionistas devem possuir discos de corte à frente das hastes e rolos destorreadores. Existem versões para acoplamento através da barra de tração e aquelas para acoplamento ao sistema de engate de três pontos.



3.2 Ajustes dos escarificadores

Os escarificadores usualmente dispõem de ajustes para controle da profundidade de operação, que podem ser realizadas pela própria altura dos braços do sistema de levante ou através da posição relativa das rodas nos acoplados à barra de tração. Deve-se sempre respeitar a relação entre profundidade distância entre as hastes. Ao se reduzir a profundidade é necessário aproximar as hastes.

Devem operar nivelados com o terreno, e para isso possuem possibilidade de ajuste do nivelamento transversal e longitudinal.

3.3 Características operacionais dos escarificadores

Sua utilização deve ser realizada de modo que após o uso seja possível realizar a implantação de uma nova cultura sem outro tipo de mobilização. A potência demandada por haste oscila entre 10 e 15 cv, operando em velocidades usualmente superiores a 7 km h⁻¹, o que contribui para elevar a capacidade de desagregação.

QUESTÕES PARA ESTUDO

1. Quais as vantagens e desvantagens dos arados de aivecas e de discos?
2. O subsolador é utilizado para desagregar o solo em profundidades superiores à dos outros equipamentos para preparo primário. Explique em quais circunstâncias sua utilização é adequada.
3. Por que alguns arados precisam operar com um dos lados do trator dentro do sulco?
4. O que é um arado reversível? Qual sua vantagem em relação ao arado fixo?
5. O ângulo de ataque das ferramentas que atacam o solo apresenta influência sobre a desagregação e sobre o esforço exercido para romper o solo. Explique esta relação.
6. Cite os pontos de ajuste das grades de disco e como eles influenciam o trabalho desses equipamentos.
7. Os escarificadores apresentam distância entre haste maiores ou menores que os subsoladores? Explique esta relação.
8. Qual o papel dos discos de corte e dos rolos destorroadores dos escarificadores.
9. O que pode ser realizado para aumentar a intensidade de desagregação das enxadas rotativas?