

# OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ARADOS E GRADES



**SISTEMA FAEP**



## **SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ**

### **CONSELHO ADMINISTRATIVO**

**Presidente:** Ágide Meneguette

#### **Membros Titulares**

Rosanne Curi Zarattini  
Nelson Costa  
Darci Piana  
Marcos Junior Brambilla

#### **Membros Suplentes**

Livaldo Gemin  
Robson Mafioletti  
Ari Faria Bittencourt  
José Amauri Denck

### **CONSELHO FISCAL**

#### **Membros Titulares**

Sebastião Olímpio Santarozza  
Paulo José Buso Júnior  
Carlos Alberto Gabiatto

#### **Membros Suplentes**

Ana Thereza da Costa Ribeiro  
Ciro Tadeu Alcântara  
Aparecido Callegari

#### **Superintendente Adjunto**

Carlos Augusto Albuquerque

**CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI  
CRISTIANO ZERBATO**

**OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ARADOS E GRADES**

**CURITIBA  
SENAR AR/PR  
2020**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.164, datada de 22 de julho de 1994 e junto à Fundação Biblioteca Nacional e Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica do SENAR AR-PR.

Autor: Cristiano Zerbato e Carlos Eduardo Angeli Furlani  
Coordenação técnica: Ricardo Dambrós CREA/PR 158527/D  
Coordenação metodológica: Tatiana de Albuquerque Montefusco  
Normalização: Rita de Cássia Teixeira Gusso CRB9./647  
Revisão ortográfica: Sincronia Design  
Coordenação gráfica: Carlos Manoel Machado Guimarães Filho  
Ilustrações: Sincronia Design  
Diagramação: Sincronia Design

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

Furlani, Carlos Eduardo Angeli ; Zerbato,  
Cristiano.

F985

Operação e manutenção de arados e grades /  
Carlos Eduardo Angeli Furlani [e] Cristiano Zerbato. –  
Curitiba : SENAR AR-PR., 2020.  
108 p.

ISBN: 978-65-88733-09-7

1. Tratores. 2. Máquinas agrícolas. 3. Arados-  
Manutenção. I. Zerbato, Cristiano. II. Título.

CDD630  
CDU631.3

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

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



## APRESENTAÇÃO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei n. 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e, com isso, aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, prefeituras municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso disponibilizado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O objetivo é garantir que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.



# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>1 PREPARO DO SOLO</b> .....	<b>9</b>
1.1 PREPARO CONVENCIONAL DO SOLO .....	10
1.2 PREPARO REDUZIDO OU CONSERVACIONISTA .....	13
1.3 SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD) .....	15
<b>2 INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO NA COMPACTAÇÃO</b> .....	<b>17</b>
2.1 EFEITOS DA COMPACTAÇÃO .....	18
2.2 AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO .....	20
2.2.1 Método visual .....	20
2.2.2 Método preciso .....	24
2.2.3 Método intermediário .....	25
<b>3 CONCEITOS E TERMINOLOGIA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS</b> .....	<b>31</b>
3.1 OPERAÇÃO AGRÍCOLA .....	31
3.2 IMPLEMENTO AGRÍCOLA .....	31
3.3 MÁQUINA AGRÍCOLA .....	33
3.4 FERRAMENTA .....	34
3.5 TIPOS DE ACOPLAMENTO .....	35
3.6 NOMENCLATURA DOS EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS .....	36
<b>4 ARADOS DE AIVECAS E DE DISCOS</b> .....	<b>37</b>
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ARADOS .....	37
4.1.1 Tipo de órgão ativo dos arados .....	38
4.1.2 Acoplamento à fonte de potência .....	39
4.1.3 Movimentação dos órgãos ativos .....	40
4.1.4 Número de órgãos ativos .....	40
4.2 ARADOS DE AIVECAS .....	41
4.2.1 Constituição dos arados de aivecas .....	42
4.2.2 Regulagem dos arados de aivecas .....	46
4.3 ARADOS DE DISCOS .....	56
4.3.1 Constituição dos arados de discos .....	56
4.3.2 Regulagem dos arados de discos .....	61
4.4 OPERAÇÃO DE ARAÇÃO .....	67
4.4.1 Operação de aração com arado fixo .....	67
4.4.2 Operação de aração com arado reversível .....	69
4.5 MANUTENÇÃO DOS ARADOS .....	70

<b>5</b>	<b>GRADES AGRÍCOLAS</b>	<b>73</b>
5.1	CLASSIFICAÇÃO DAS GRADES	75
5.1.1	Tipo de órgão ativo das grades	75
5.1.2	Ação das grades no solo	76
5.1.3	Peso, diâmetro e distância entre os discos das grades	78
5.2	CONSTITUIÇÃO DAS GRADES AGRÍCOLAS	82
5.2.1	Chassi	83
5.2.2	Limpador de discos	83
5.2.3	Espaçador de discos	83
5.2.4	Coluna	83
5.2.5	Mancal	83
5.2.6	Seção de discos	85
5.2.7	Rodas de transporte e controle de profundidade	86
5.3	REGULAGENS DAS GRADES AGRÍCOLAS	87
5.3.1	Acoplamento	88
5.3.2	Ângulos das seções da grade	88
5.3.3	Deslocamento lateral da grade	91
5.3.4	Alinhamento dos discos entre as seções	92
5.3.5	Profundidade de trabalho	93
5.4	OPERAÇÃO DE GRADAGEM	93
5.4.1	Velocidade de trabalho	96
5.4.2	Profundidade de trabalho	96
5.4.3	Largura de trabalho	97
5.5	MANUTENÇÃO DAS GRADES	97
<b>6</b>	<b>RENDIMENTO DOS EQUIPAMENTOS</b>	<b>99</b>
6.1	CAPACIDADE EFETIVA	99
6.2	CAPACIDADE OPERACIONAL	99
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>101</b>

## INTRODUÇÃO

O Brasil tem apresentado, ano após ano, recordes de produção de grãos, sem, contudo, aumentar, na mesma proporção, a área plantada. Na década de 90 a área utilizada para semeadura de grãos no país era de 37,9 milhões de hectares, com produção de 56,1 milhões de toneladas de grãos. Até o ano 2000 esta área aumentou pouco, 38,1 milhões de hectares, no entanto, a produção passou para 100,6 milhões de toneladas de grãos, ou seja, quase dobrou. No ano de 2019, a área plantada foi próxima de 63 milhões de hectares, aumento de mais de 60% em relação ao ano de 1990, porém, com produção de mais de 240 milhões de toneladas de grãos, cerca de mais de 300% de aumento em relação a 1990.

A utilização dos equipamentos agrícolas no campo é primordial para cada vez mais produzir alimentos. Para se ter uma ideia, em estudos da Organização das Nações Unidas – ONU, a população mundial deve dobrar até 2040, ou seja, deve ser de 12,2 bilhões de habitantes, o que, em teoria, requereria que a produção de alimentos também dobrasse.

Na agricultura moderna, desde o pequeno produtor até grandes empresas agrícolas utilizam cada vez mais operações mecanizadas, primeiramente devido à maior facilidade na execução das mais diversas tarefas que, em função das condições climáticas, exigem maior rapidez, e também em função da diminuição constante da mão de obra no campo, aliada ao alto custo dos encargos trabalhistas.

O aumento da produção de grãos está diretamente relacionado às novas tecnologias empregadas na agricultura, algumas voltadas para aplicação localizada de insumos (Agricultura de Precisão), outras para aumento da capacidade operacional de máquinas agrícolas, sendo pelo aumento do tamanho das máquinas ou pelo aumento da velocidade. No entanto, essa busca deve estar sempre relacionada à qualidade das operações agrícolas no campo, pois a mesma tem que levar em conta a eficiência da manutenção dos recursos naturais, principalmente solo e água.

Outro ponto é a busca por sistemas de preparo conservacionistas que preconizam menor mobilização do solo, manutenção de palhada, entre outros. No entanto, a escolha do sistema de preparo do solo é muito complexa e envolve uma série de fatores, dentre eles, o tipo de solo, a topografia, o clima, a cultura, a disponibilidade de maquinário e até mesmo a condição socioeconômica do local.

O preparo do solo foi uma das primeiras técnicas utilizadas na agricultura no mundo. No Brasil, as técnicas de mobilização do solo foram baseadas nas utilizadas nos países de clima temperado que faziam o revolvimento, ou melhor, a inversão do solo, que basicamente era utilizada em função da neve sobre o mesmo. Assim, deve-se tomar cuidado para o uso da técnica, pois pode causar efeitos prejudiciais se não realizada de forma correta, levando até os solos mais férteis a ficarem improdutivos.

Na literatura, pode-se encontrar diferentes sistemas de preparo do solo, no entanto, é possível trabalhar basicamente com três. Inicia-se com o sistema convencional de preparo do solo, chamado dessa forma por ser o pioneiro na agricultura. Consta basicamente de duas operações: aração e gradagem. O arado inverte o solo em torno de 30 a 40 cm de profundidade, nesta etapa, a fatia de solo cortada é invertida, enterrando o que estava na superfície, e vice-versa. Após a aração, o solo apresenta torrões grandes e parcialmente desnivelados, nesta etapa, a operação de gradagem, tem a função de quebra dos torrões e nivelamento da superfície do solo.

No preparo convencional, o solo solto e desprovido de cobertura vegetal pode sofrer o processo de erosão, principalmente em locais com alta pluviosidade. Pensando nisso, surgiu um sistema de preparo que visa uma menor desagregação do solo e a manutenção de cobertura vegetal na superfície: o preparo do solo com escarificadores que tornou-se uma opção importante. Por trabalhar com hastes/ponteiras, o preparo é realizado de forma vertical, ou seja, o solo é mobilizado de baixo para cima em ângulos de 45°, sem inversão do mesmo, o que diminui a desagregação. Este equipamento, se equipado com discos de corte de palha e rolo destorroador/nivelador, propicia manutenção de até 75% de palha na superfície do solo e, em apenas uma passada, o solo está pronto para a semeadura. Tanto no preparo convencional como no com escarificador, a mobilização do solo é realizada em área total.

Na linha de conservação do solo aparece o Sistema Plantio Direto (SPD), o qual apresenta apenas mobilização localizada na linha de semeadura que é realizada pela haste sulcadora de adubo que basicamente faz a função de uma haste de escarificador, porém, com menor dimensão. O SPD apresenta mínima mobilização do solo e manutenção da palhada na superfície. No entanto, deve-se frisar que o SPD não se limita apenas à operação de semeadura/adubação, mas é um sistema que envolve uma série de atividades, tais como a verificação da compactação e das condições químicas do solo. O Sistema Plantio Direto ainda envolve a rotação de culturas, seja no inverno para produção de massa seca, ou no verão com as culturas principais e a utilização de espécies que auxiliem na descompactação do solo e fornecimento de nutrientes, entre outras.

O objetivo deste material é propiciar ao agricultor o conhecimento dos principais sistemas de preparo do solo e como proceder da melhor forma o preparo convencional, que é realizado com os arados de discos ou aivecas e as grades de discos. Além disso, aqui serão apresentadas as concepções orgânicas e funcionais das máquinas e implementos agrícolas e os princípios mecânicos que regem o funcionamento de órgãos e sistemas. Outros assuntos que serão tratados são a regulagem das máquinas e implementos de preparo convencional do solo e a importância da sua manutenção periódica.

## 1 PREPARO DO SOLO

O preparo do solo proporciona a melhoria das condições do solo para ótima germinação das sementes, emergência das plântulas, desenvolvimento radicular e, por consequência, melhor produtividade das culturas. Dessa forma, a mobilização do solo objetiva ambiente favorável ao desenvolvimento das culturas, com a melhoria das condições do solo, tais como: aeração, retenção e absorção de água entre outros.

A definição de preparo do solo: são operações agrícolas que envolvem mobilização por meio da ação mecânica da camada arável do solo, na qual ocorre o desenvolvimento da maior parte das raízes das plantas. Assim, formam-se agregados, que, no caso de cobertura vegetal na superfície, podem misturar-se aos mesmos ou serem incorporados.

A mobilização do solo também pode auxiliar no controle de plantas daninhas, propiciado pela inversão da leiva (fatia de solo cortado), deste modo, as raízes das plantas daninhas ficam expostas aos raios solares e a parte verde é enterrada, o que acarreta em morte da invasora e fornecimento de matéria orgânica ao solo.

O preparo do solo, quando realizado de forma incorreta, acarreta problemas que podem levar os solos, mesmos os mais férteis, a se tornarem improdutivos. Como problemas comuns estão: desestruturação do solo, dificultando o desenvolvimento do sistema radicular das culturas implantadas, encharcamento rápido e formação de uma camada compactada de solo a uma determinada profundidade, chamada de pé-de-arado ou pé-de-grade e, por fim, problemas com a perda de solo por erosão.

A operação de preparo do solo demanda grande quantidade de energia em função dos órgãos ativos das máquinas e implementos estarem em contato direto com o solo. Em solos com maior teor de argila e umidade, a quantidade de energia investida deve ser ainda maior, o que aumenta muito o custo de produção.

Definir como e qual sistema de preparo do solo utilizar não é uma tarefa fácil, não existe receita para tal. Esta escolha deve levar em consideração uma série de fatores:

- o tipo de solo, se este é mais propenso à compactação, se é facilmente erodido;
- o clima da região, a quantidade e intensidade de precipitação;
- qual cultura será implantada, o tamanho da semente (para que ocorra a germinação, o contato solo-semente deve ser levado em consideração);
- como será efetuada a colheita;
- a topografia do terreno;

- a presença de pragas no solo e se é necessário ou não o revolver para controle;
- as características socioeconômicas da região, disponibilidade de mão de obra, nível de instrução, entre outras tantas.

A ASAE (1997), define uma série de sistemas de preparo do solo, no entanto, devido à semelhança entre alguns e à utilização mais frequente no Brasil, pode-se resumir em três tipos: convencional, reduzido ou conservacionista e plantio direto. Todos têm sua importância e relevância em diferentes regiões do Brasil e nas diferentes culturas.

## 1.1 PREPARO CONVENCIONAL DO SOLO

De acordo com Balastreire (2005), o preparo convencional do solo é chamado assim devido ao fato de ser o primeiro sistema que surgiu e ainda é bastante utilizado até os dias atuais. Quando o homem era nômade, ou seja, não possuía uma habitação fixa, usava o solo e depois partia para outro local.

A partir do momento em que começou a fixar-se em um local, observou que a produção diminuía com o passar dos anos. Dessa forma, entendeu que a mobilização do solo (preparo) auxiliava na melhora da produtividade, surgindo, então, o preparo periódico do solo.

No preparo convencional ocorre a alta mobilização do solo, primeiro realizada por uma aração, seja com arado de aivecas ou de discos. Esta mobilização pode atingir até 45 cm de profundidade, dependendo do tamanho do órgão ativo do arado.

Como a aração faz o corte, elevação e inversão de uma fatia de solo na profundidade de trabalho, todo esse volume de solo é mobilizado, ou seja, desagregado. De certa forma, isso é interessante do ponto de vista de aeração do solo e da diminuição da resistência, o que facilita a infiltração de água, desenvolvimento do sistema radicular das plantas, entre outros. No entanto, a mobilização do solo também pode ser prejudicial, pois, quanto mais desagregado, maior a possibilidade de ser erodido.

Com a inversão da fatia cortada pelo arado, que muitas vezes é colocada como tombamento da leiva, a parte superior do solo passa para a parte de baixo e vice-versa. Neste caso, se o solo estiver coberto por massa vegetal, esta é praticamente toda incorporada, o que pode ser benéfico, por agregar matéria orgânica ao solo, como

também pode ser prejudicial, por deixar o solo totalmente exposto ao impacto das gotas de chuva, principal agente de erosão. Uma única operação, dentro do preparo convencional, apresenta muitas variáveis que devem ser consideradas na definição de que preparo utilizar.

**Figura 1** – Aração com a incorporação quase total da cobertura vegetal do solo.



Fonte – Pixabay, 2019.

A aração também pode ser utilizada para incorporação de corretivos ao solo, como por exemplo, a calagem, a gessagem, os adubos orgânicos, entre outros. Inclusive distribuindo em todo perfil do solo dentro da profundidade de trabalho.

Após a aração, o solo ainda não está pronto para a operação de semeadura, pois o mesmo apresenta sua superfície não nivelada totalmente e também agregados (torrões) de tamanho relativamente grandes, o que prejudicaria a colocação das sementes.

**Figura 2** – Solo desnivelado e com presença de torrões relativamente grandes.



Fonte – Furlani, 2018.

Dessa forma, é necessária a quebra dos agregados para que fiquem menores e para que a superfície do solo seja nivelada.

As grades de discos são utilizadas com essa finalidade: os discos, ao entrarem em contato com os torrões, os quebram em pedaços menores que se moldam melhor uns aos outros, tornando o solo nivelado para a operação de semeadura.

**Figura 3** – Solo destorroado e nivelado após a passagem da grade.



Fonte – Furlani, 2018.

Normalmente, são realizadas duas gradagens que denominamos de niveladoras/destorroadoras. Um número maior de gradagens é sinal que a operação está sendo realizada em solo com baixa umidade.

Como será estudado mais adiante, existem também as grades pesadas, erroneamente chamadas de aradoras ou Romi. Pois bem, este tipo de grade, como o próprio nome diz, são pesadas. Ressalta-se aqui que as grades penetram no solo em função de seu peso e do ângulo de abertura, então quanto mais pesada a grade, maior é a capacidade de penetração da mesma.

Esta grade pode substituir os arados, porém, é uma situação diferente, pois a grade pesada não faz a inversão do solo como é realizada pelos arados. Outro ponto que difere é que a grade vai trabalhar em menor profundidade e também necessita de uma gradagem niveladora/destorroadora na sequência. A grande vantagem seria de trabalhar em maior velocidade e com maior largura de corte, ou seja, tem alta capacidade operacional (ha/h).

A aração utilizada em áreas de culturas anuais encontra-se em declínio devido ao custo elevado, à demanda de tempo por unidade de área, ao gasto de combustível e por razões conservacionistas. No entanto, em solos que se compactam facilmente e em determinadas culturas, o preparo convencional é a única opção.

Diante do grau de desagregação e da retirada de cobertura do solo causados pelo preparo convencional, procurou-se por novos sistemas que preconizam menor desagregação do solo e, por consequência, maior conservação do solo e da água.

Neste contexto, a diminuição do número de operações agrícolas na área também foi objetivo para o surgimento de novas tecnologias, como foi o caso do preparo reduzido ou conservacionista.

## 1.2 PREPARO REDUZIDO OU CONSERVACIONISTA

O preparo reduzido ou conservacionista propõe, como o próprio nome diz, a redução do número de operações em relação ao preparo convencional, de três, uma aração e duas gradagens, para um.

Este tipo de preparo utiliza o escarificador que mobiliza o solo por meio de hastes com ponteiras em sua extremidade inferior: são estas os órgãos ativos, que têm contato direto com o solo e o mobilizam de forma vertical, de baixo para cima em ângulos de 45°, sendo a desagregação do solo bem menor em relação ao preparo convencional. A profundidade máxima de trabalho de um escarificador é de 30 cm.

Outro ponto fundamental neste tipo de preparo é a realização em uma única operação, para que isto ocorra é necessário que o escarificador apresente um rolo

destorroador/nivelador em sua parte posterior, este tem a função de, como o próprio nome diz, destorroar (quebrar) os torrões e também nivelar o solo. Isso é necessário, pois as ponteiros também formam torrões relativamente grandes. Aqui, pode-se observar que o rolo destorroador está realizando a função da grade de discos.

Observa-se que, em apenas uma operação, o solo está pronto para a semeadura, no entanto, em relação à sua conservação, é necessário que a cobertura vegetal seja mantida sobre o mesmo. Assim, um equipamento de hastes/ponteira para trabalhar em solo com palhada na superfície deve apresentar discos de corte, que têm a função de cortar a palhada à frente de cada haste escarificadora.

O escarificador pode realizar muito bem o preparo do solo em apenas uma operação e ainda manter mais de 70% da cobertura vegetal existente sobre o solo.

**Figura 4** – Solo preparado após uma única passagem de escarificador.



Fonte – Grupo Cultivar, 2018.

Outra vantagem da operação de escarificação é a menor demanda de tempo e o menor consumo de combustível por unidade de área. No entanto, apresenta a desvantagem de não controlar plantas daninhas como a aração, pois não inverte a camada de solo.

Os processos para o preparo do solo são atualizados constantemente. Nesse contexto, pensando sempre em menor mobilização do solo e na manutenção de palhada na superfície, surgiu o Sistema Plantio Direto.

### 1.3 SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD)

O Sistema Plantio Direto é composto por um conjunto de tecnologias que podem resultar em aumento de produtividade. No entanto, um ponto fundamental é a preservação do solo e da água. Fato este relacionado ao não revolvimento do solo, permanência de cobertura vegetal na superfície e rotação de culturas.

**Figura 5** – Área com sistema plantio direto.



**Fonte** – Furlani, 2018.

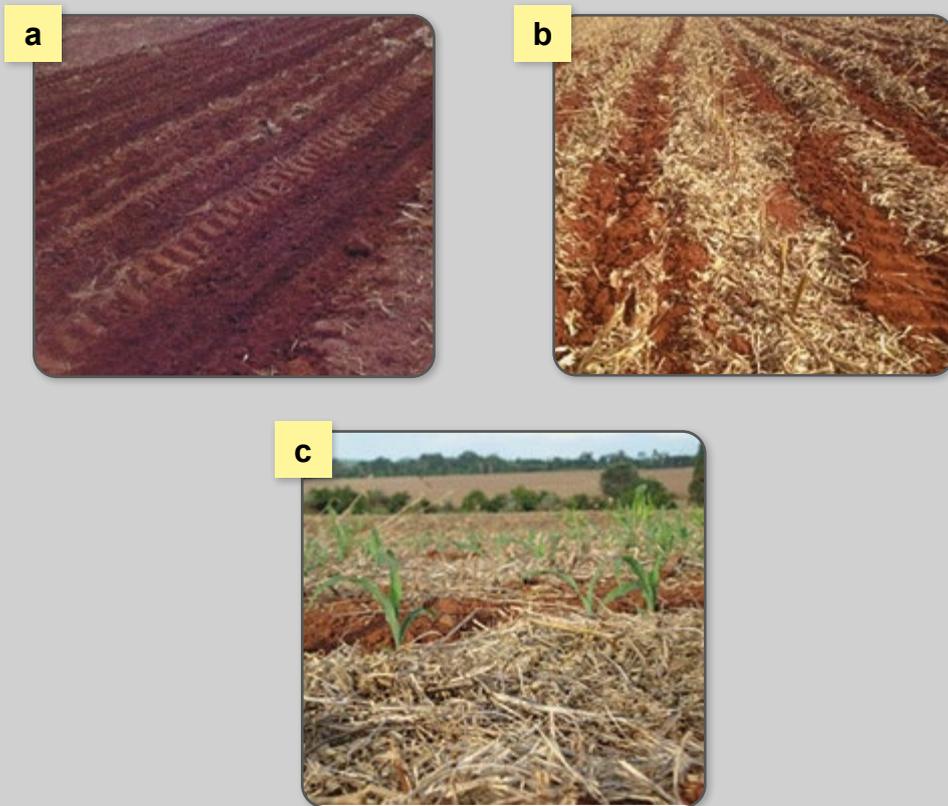
O SPD é, para muitos, apenas a semeadura em solo não preparado, porém, envolve uma série de eventos. Para iniciar o SPD deve-se verificar as condições químicas e físicas do solo, pensar em um sistema de rotação de culturas, seja no inverno para produção de massa seca ou no verão com a cultura principal que também deve ser rotacionada. Ou seja, são muitos fatores a considerar ao longo do tempo.

Um detalhe que não pode passar sem atenção é que, na operação de semeadura, o sulcador de adubo, normalmente uma haste, deve preparar o solo de forma localizada, ou seja, na linha de semeadura, pois a semente, como foi colocada no início, deve ter condições ideais de germinação.

Diante do exposto, pode-se observar como fica a superfície do solo após a aplicação dos três sistemas de preparo do solo apresentados:

- a) convencional.
- b) reduzido ou conservacionista.
- c) sistema plantio direto.

**Figura 6** – Preparo convencional, reduzido ou conservacionista e Sistema Plantio Direto.



**Fonte** – Furlani, 2018.

## 2 INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO NA COMPACTAÇÃO

A utilização constante do solo seja pela alocação de mais de uma cultura por ano, pela intensiva mecanização, por pisoteio de animais, entre outras, faz com que o mesmo apresente camadas que impedem o desenvolvimento de raízes, a infiltração de água etc. Esta condição é chamada de compactação do solo.

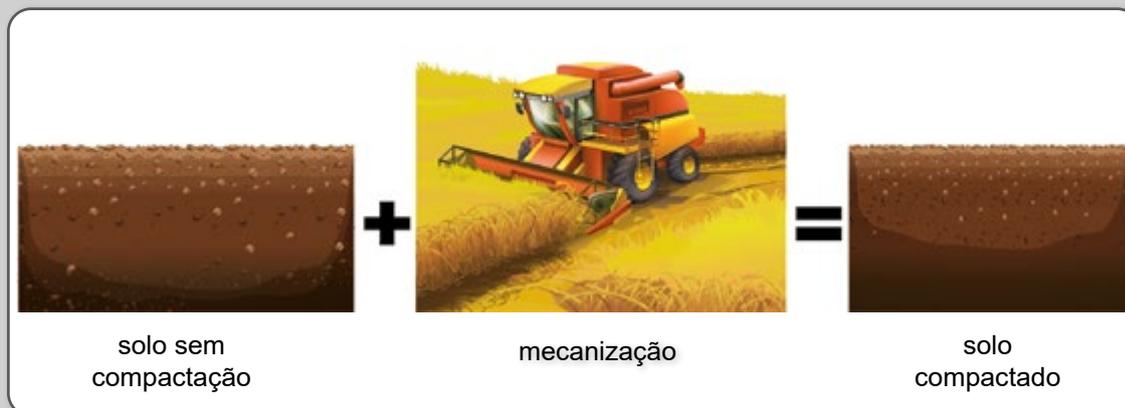
A compactação acarreta em aumento da densidade do solo e redução da porosidade, que acontece quando o solo é submetido à certa pressão, que é uma certa massa sobre uma área. Qualquer objeto que possua massa e área, colocado sobre a superfície do solo, vai exercer uma pressão sobre o mesmo. Resta saber se esta pressão será suficiente para causar uma compactação prejudicial ao solo e às plantas.

Entres os fatores que compactam o solo, o tráfego de tratores e máquinas agrícolas, principalmente em condições inadequadas de trabalho, e o pisoteio de animais, são os principais. O que compacta mais o solo, um trator de rodas ou um de esteiras? Normalmente a resposta é sempre o trator de rodas, visto que o de esteiras apresenta área de contato com o solo maior, porém, está afirmação nem sempre é verdadeira. Deve-se levar em conta a massa do trator e a área de contato com o solo. Se um trator de esteiras apresentar massa superior a de um trator de rodas, pode ser que mesmo com a maior área de contato da esteira com o solo, a massa seja suficiente para uma maior compactação.

O solo é formado por três fases: sólida (material mineral e orgânico), líquida (água) e gasosa (ar). As três fases mantêm certo equilíbrio, que pode ser alterado pela chuva, seca ou utilização pelo homem (máquinas). Segundo Camargo e Aleoni (1997) um solo ideal é composto por 50% de volume de sólidos e 50% de volume de poros totais que, em condição de capacidade de campo, apresentaria 33,5% de água e 16,5% de ar. Neste contexto, pode-se definir compactação como sendo realizada pelo homem, e adensamento, como sendo realizado por fatores pedogenéticos que ocorrem, basicamente, por ação da água e materiais finos carregados para camadas inferiores do solo.

Quando o solo sofre uma pressão ocorre a deformação, que é a movimentação das partículas sólidas e líquidas, resultando na diminuição de volume. Baseado nisto, o solo compactado apresenta seus espaços vazios (poros) diminuídos, prejudicando a germinação das sementes, emergência de plântulas, desenvolvimento do sistema radicular e produtividade das culturas, além de prejudicar o armazenamento de água, a disponibilidade da mesma e a aeração do solo.

**Figura 7** – Pressão sobre o solo e deformação do mesmo.



Fonte – Furlani, 2018.

### ? VOCÊ SABIA?

Solos com quantidades menores de matéria orgânica, maior teor de água e solos argilosos sofrem maior compactação.

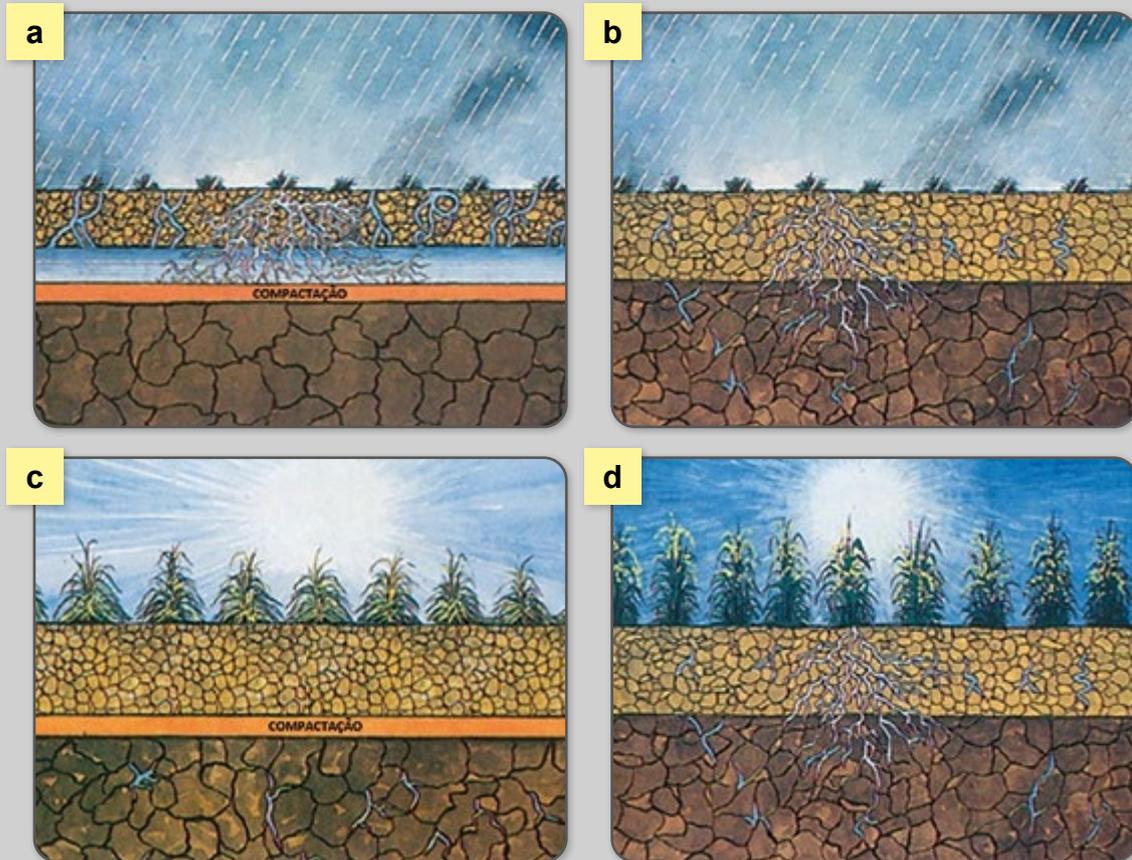
## 2.1 EFEITOS DA COMPACTAÇÃO

A partir do momento em que a compactação está instalada, seus principais efeitos são:

- **reduz** o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular;
- **diminui** a capilaridade do solo, ou seja, impede que a água de subsuperfície se desloque para a parte superior do solo e encontre as raízes. Para melhor entendimento, observar:

EFEITOS DA COMPACTAÇÃO DO SOLO		
	COM CHUVA	SEM CHUVA
COM COMPACTAÇÃO	Não ocorre infiltração de água, os “reservatórios” do solo ficam vazios (figura 8a)	A água não “sobe” por capilaridade, ocorre falta de água às plantas (figura 8c)
SEM COMPACTAÇÃO	A água infiltra e é armazenada no solo (figura 8b)	A água chega até às culturas (figura 8d)

Figura 8 – Movimento da água no solo.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

A compactação do solo:

- **difículta** a infiltração de água no solo, formando poças na superfície podendo, em muitos casos, escorrer na superfície;
- **contribui** para a erosão do solo porque dificulta a infiltração causando o escoamento superficial;
- **diminui** a produtividade das culturas;
- **aumenta** o consumo de combustível e as emissões de gases poluentes dos tratores, que trabalharão com maior demanda de força.

## 2.2 AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO

A compactação do solo é bastante prejudicial à agricultura. Dessa forma, é fundamental saber se o solo está compactado e, principalmente, a que camada de profundidade está.

Para verificar a compactação do solo, três métodos são normalmente utilizados: o primeiro é bastante grosseiro, o segundo é bem preciso e o terceiro é intermediário, porém, é o mais utilizado e que apresenta um resultado bastante confiável, se bem aplicado.

### 2.2.1 Método visual

O método visual, também conhecido como 'grosseiro', é realizado basicamente por observação do solo e das plantas.

No solo pode-se observar:

- **água empoçada:** isto acontece em função de um impedimento físico (compactação). A água não infiltrada acaba por acumular na superfície do solo formando poças.

**Figura 9** – Água empoçada.



Fonte – Furlani, 2018.

- **sulcos de erosão:** a presença destes sulcos indica que a água não está infiltrando-se como deveria e está ocorrendo escoamento superficial, ou seja, causando sulcos de erosão.

**Figura 10** – Sulcos de erosão.



Fonte – Furlani, 2018.

- **crostas superficiais:** são resultantes também de pouca infiltração de água no solo.

**Figura 11** – Crostas superficiais.



Fonte – Gassen, 2018.

- **aumento de demanda de força:** nas operações agrícolas com o trator.  
Na planta, pode-se observar:
  - **raízes:** sistema radicular raso e malformado. As raízes são 'preguiçosas' e procuram o caminho mais fácil, desviando das camadas compactadas.

**Figura 12** – Sistema radicular afetado pela compactação.



Fonte – Sincronia design, 2020.

- **falhas:** localizadas na germinação das sementes.

**Figura 13** – Falha na germinação das sementes.



Fonte – Furlani, 2018.

- **atraso:** na emergência das plântulas.

**Figura 14** – Atraso na emergência das plântulas.



**Fonte** – Furlani, 2018.

- **folhas:** coloração não característica, por exemplo, uma cor mais amarelada pode ser indício de solo compactado.

**Figura 15** – Coloração diferente das plantas.



**Fonte** – Furlani, 2018.

- **plantas:** menores que o normal para a época de desenvolvimento. Pode-se observar este detalhe para plantas que estão no mesmo período vegetativo.

**Figura 16** – Reboleira com plantas menores.



Fonte – Furlani, 2018.

As observações no solo e na planta são visuais e indicam problemas de compactação. No entanto, não se pode afirmar com certeza absoluta que realmente ocorre compactação. Aqui explica-se que é um método ‘grosseiro’, mas serve de parâmetro inicial para a detecção, com equipamentos adequados, da compactação do solo.

### 2.2.2 Método preciso

O método preciso para determinação da compactação do solo mais utilizado é a densidade do solo. Segundo Camargo e Aleoni (1997), a densidade do solo é a medida mais direta da compactação, sendo realizada por anel volumétrico ( $50 \text{ cm}^3$ ) que é introduzido no solo por meio de pancadas ou pressão. Ainda, são citados pelos mesmos autores que existem métodos mais sofisticados, como, por exemplo, a tomografia computadorizada de raios gama.

O uso da densidade para a determinação da compactação do solo é, como já foi colocado anteriormente, um método preciso. Porém, demanda bastante mão de obra e tempo, tendo um custo relativamente elevado. Neste método, deve-se ‘cravar’ um anel de volume conhecido no solo, na profundidade desejada, assim, tem-se uma amostra indeformada do solo.

**Figura 17** – Anel de volume conhecido.



**Fonte** – Furlani, 2018.

Para que a determinação da compactação não seja tão grosseira como no método visual e dispendiosa como no método preciso, surgiu um método intermediário, que é bastante utilizado em áreas agrícolas.

### 2.2.3 Método intermediário

A determinação da camada compactada deve ser feita em área total, visto que as condições do solo mudam bastante, mesmo em áreas próximas. Assim, utiliza-se para este terceiro método, os penetrômetros e os penetrógrafos. O penetrômetro exige que uma pessoa anote o dado em uma planilha, enquanto o penetrógrafo registra a medição no próprio equipamento.

#### **?** VOCÊ SABIA?

Os penetrômetros e penetrógrafos não medem o quanto o solo está compactado e sim a camada de maior resistência mecânica do solo à penetração de uma haste com ponteira cônica.

a) Penetrômetro com anel dinamométrico

O penetrômetro de mola é composto por uma haste, normalmente de 50 a 55 cm, com marcações a cada 5 cm, uma ponteira cônica de 30°, um marcador e um apoio para as mãos. O funcionamento é bastante simples, basta o operador manter o equipamento na posição vertical e, com a própria força, fazer com que o mesmo penetre no solo. No entanto, deve-se atentar para que a cada 5 cm de profundidade da haste seja feita a leitura da resistência do solo no marcador e anotada em planilha. Assim, tem-se o valor da resistência mecânica do solo à penetração a cada cinco centímetros de profundidade.

Figura 18 – Penetrômetro de mola.



Fonte – Furlani, 2018.



**ATENÇÃO**

As medições devem ser feitas em vários pontos, dependendo do tamanho da área, pelo menos 2 a 4 medições por hectare. Para a medição correta é importante que o teor de água esteja uniforme em todo perfil do solo, pois um local mais seco ou úmido pode alterar a medição. Um dos problemas do penetrômetro de mola é que a penetração da haste deve ocorrer com velocidade constante, o que dificilmente acontece, pois conforme a “dureza” do solo, o operador altera a força. Para resolver este problema, Stolf, Fernandes e Furlani Neto (1983) construíram o penetrômetro de impacto.

b) Penetrômetro de impacto

O penetrômetro de impacto também apresenta uma haste graduada de 5 em 5 cm e ponteira cônica de 30°. A grande diferença é a colocação de um peso de massa de 4 kg que é guiado por uma haste na parte superior. Esta haste superior apresenta um batente inferior, onde o peso cai e um batente superior, regulável, que é utilizado para manter o peso sempre na mesma altura antes da queda.

**Figura 19** – Penetrômetro de impacto.



**Fonte** – Furlani, 2018.

Para a determinação da camada compactada é preciso levantar o peso até o batente superior e o soltar: a cada batida que o mesmo dá no batente inferior, a haste com a ponteira penetra no solo até certa profundidade. Assim, conta-se o número de impactos para que a haste penetre no solo 5 cm. Na profundidade do solo em que a faixa de 5 cm do penetrômetro receber maior número de pancadas, é a profundidade em que o solo está compactado.

### c) Penetrógrafos

Os penetrógrafos são equipamentos para a determinação da profundidade da camada compactada. Diferenciam-se dos penetrômetros, pois armazenam a leitura no próprio equipamento. Um exemplo deste equipamento é o penetrógrafo com célula de carga.

**Figura 20** – Penetrógrafo com célula de carga.



Fonte – Furlani, 2018.

Considerando que a velocidade de penetração da haste deve ser constante, a forma de sanar este problema foi fazer o acionamento da haste por meio de força externa, com o uso de um motor elétrico.

Para agilizar as coletas e o deslocamento dentro da área, o penetrógrafo pode ser acoplado a um meio de locomoção, como um quadriciclo.

**Figura 21** – Penetrógrafo acoplado a um quadriciclo.



Fonte – Furlani, 2018.



### 3 CONCEITOS E TERMINOLOGIA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

Apesar de o Brasil ser um país de dimensões continentais e, por isso, termos vários sotaques e regionalismos, existem termos técnicos para designar todos os equipamentos e atividades agrícolas. Vamos conhecê-los.

#### 3.1 OPERAÇÃO AGRÍCOLA

No meio agrícola são realizadas diversas atividades, a mais comum é chamada de **operação agrícola** que é definida como toda atividade direta e permanentemente relacionada com a execução do trabalho de produção agropecuária (MIALHE, 1974).

**Figura 22** – Exemplo de operação agrícola.



Fonte – Furlani, 2018.

#### 3.2 IMPLEMENTO AGRÍCOLA

Basicamente, os equipamentos agrícolas são divididos em implementos e máquinas. Normalmente, estes termos são utilizados como sinônimos, porém, não o são. Pode-se utilizar como definição popular que **implemento agrícola** é um equipamento mecânico que, acoplado a uma fonte de potência (trator ou a animal), desempenha funções na agricultura como, por exemplo, preparar o solo.

Segundo Mialhe (1974), **implemento agrícola** é o conjunto constrangido de órgãos que não apresentam movimentos relativos nem têm capacidade de transportar energia. O único movimento que possuem é o de deslocamento em relação ao solo, que normalmente é realizado por uma máquina tratora. Como exemplos de implementos agrícolas, podemos citar o arado de aivecas sem disco de corte e o escarificador com somente o chassi, hastes e ponteiras.

**Figura 23** – Exemplo de implemento agrícola: arado de aiveca.



Fonte – Ikeda, 2019.

De forma mais simples, pode-se dizer que em um **implemento agrícola** nenhuma parte do mesmo apresenta movimento em relação ao próprio, ou seja, apenas movimento em relação ao solo. A roda de transporte ou de controle de profundidade, mesmo com movimento, não torna o equipamento uma máquina.

### 3.3 MÁQUINA AGRÍCOLA

Ainda segundo Mialhe (1974), **máquina agrícola** é definida como o conjunto de órgãos que apresentam movimentos relativos a si próprios. Aqui também pode-se definir, de maneira simplificada, que máquina agrícola apresenta movimento de pelo menos uma parte relativa a ela mesma, lembrando que a roda de transporte ou de controle de profundidade, mesmo com movimento, não torna o equipamento uma máquina.

Também pode-se dizer que se o equipamento está acoplado à TDP (tomada de potência) será uma máquina agrícola. Como exemplos de máquinas agrícolas podemos citar a enxada rotativa, o escarificador com disco de corte e/ou rolo destorroador e semeadora.

**Figura 24** – Exemplo de máquina agrícola: enxada rotativa.

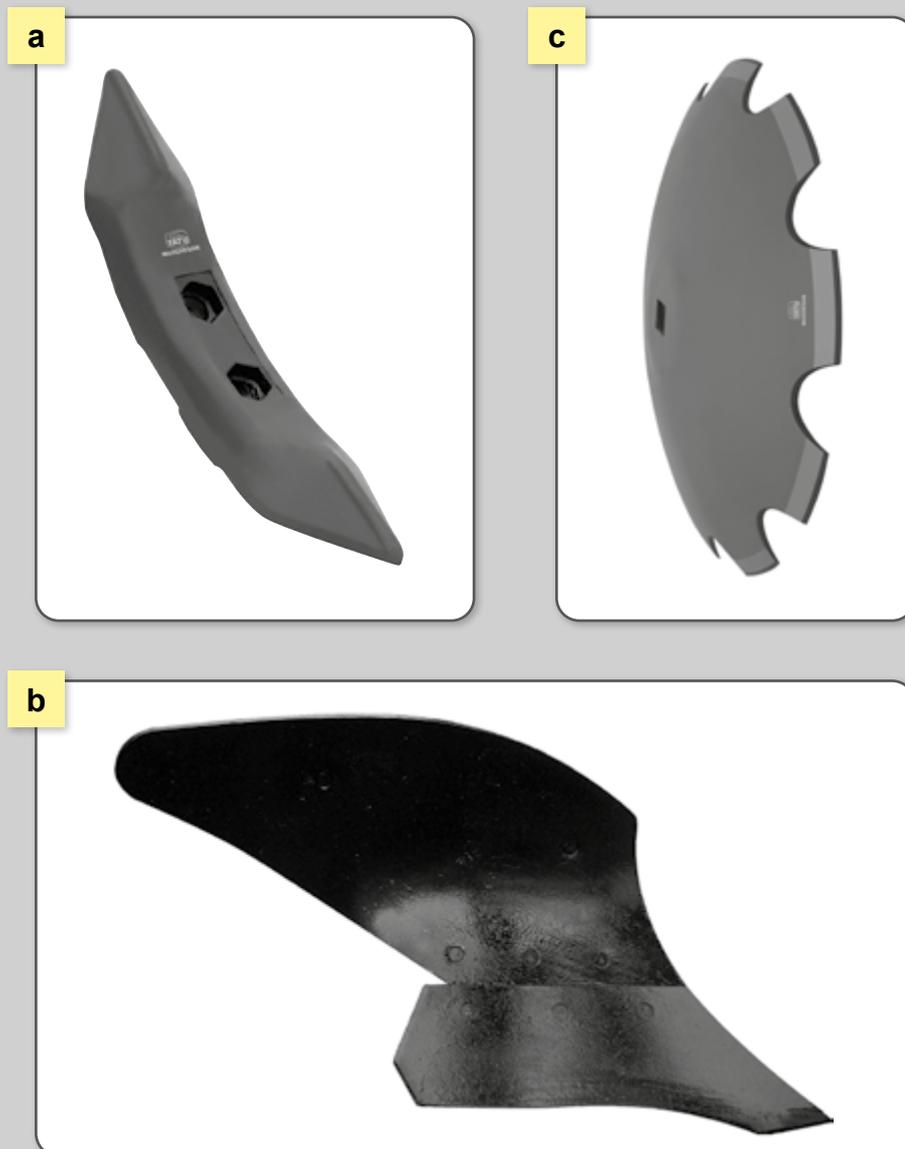


Fonte – Lavrale, 2019.

### 3.4 FERRAMENTA

Segundo Filho e Santos (2001), **ferramenta** é o implemento em sua forma mais simples, o qual entra em contato direto com o material trabalhado, acionado por uma fonte de potência qualquer. Também chamada de órgão ativo, a ferramenta pode ser, por exemplo, a ponteira de um escarificador, a aiveca e o disco dos arados, ou seja, a parte que diretamente trabalha o solo.

**Figura 25** – Exemplos de ferramentas (órgãos ativos): A) Ponteira, B) Aiveca e C) Disco.



Fonte – A) e C) Tatu Marchesan, 2019 e B) Ikeda, 2019.

### 3.5 TIPOS DE ACOPLAMENTO

Outra definição importante é quanto ao acoplamento à fonte de potência, é denominado de equipamento de arrasto aquele cujo acoplamento é realizado por um único ponto, ou seja, na barra de tração do trator, vulgarmente chamada de ‘rabicho’ ou ‘engate’. Dessa forma, têm-se o arado de arrasto, a grade de arrasto, a semeadora de arrasto etc.

**Figura 26** – Máquina acoplada à barra de tração do trator.



Fonte – Brasil, 2017.

Equipamentos montados são aqueles cujo acoplamento ao sistema hidráulico do trator se dá por três pontos (SH3P). Quando esse tipo de acoplamento é utilizado, deve-se atentar para a sequência correta do mesmo, que será explicada mais adiante. Alguns exemplos de equipamentos montados: são arado de disco/aiveca montado, semeadora montada e roçadora montada.

Figura 27 – Implemento montado no SH3P do trator.



Fonte – Brasil, 2017.

### 3.6 NOMENCLATURA DOS EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

A nomenclatura das máquinas e implementos agrícolas são os termos que mais geram confusão. É muito comum a utilização do sufixo ‘eira’ na designação dos mesmos, como em semeadeira e plantadeira. No entanto, semeadeira e plantadeira, na verdade, são a mulher que semeia e a mulher que planta, respectivamente.

Os termos corretos são, semeadora e plantadora, com o sufixo ‘ora’. Em resumo, sempre que se quer definir o nome de um equipamento agrícola deve-se colocar o sufixo ‘ora’. Exemplos: semeadora, roçadora, colhedora, enfardadora, entre outros.

Voltando para os termos **semeadeira** e **plantadeira**, o correto é dizer semeadora de fluxo contínuo, ou seja, máquina que dosa sementes miúdas (trigo, centeio, aveia, etc.) e semeadora de precisão, ou seja, máquina que dosa sementes graúdas (feijão, milho, soja, etc.).

## 4 ARADOS DE AIVECAS E DE DISCOS

A definição de aração é o corte, elevação e inversão de uma fatia de solo, também denominada de leiva. Esta característica da aração faz com que a leiva fique invertida, ou seja, a superfície do solo passa para baixo e a parte de baixo vai para cima. Essa movimentação também é chamada de ‘tombamento da leiva’.

Outro ponto que define a aração é que o trator sempre irá executá-la com duas rodas dentro do sulco formado pelo último disco ou aiveca. As duas rodas ficam na dianteira e na traseira, sempre de um mesmo lado.

**Figura 28** – Trator realizando a aração.



Fonte – Brasil, 2017.

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ARADOS

Os arados são classificados de acordo com o tipo de órgão ativo, acoplamento à fonte de potência, movimentação dos órgãos ativos e quanto ao número de órgãos ativos.

#### 4.1.1 Tipo de órgão ativo dos arados

Como apresentado anteriormente, órgão ativo é a ferramenta que trabalha o solo, no caso dos arados, estes podem ser de:

- a) Aivecas;

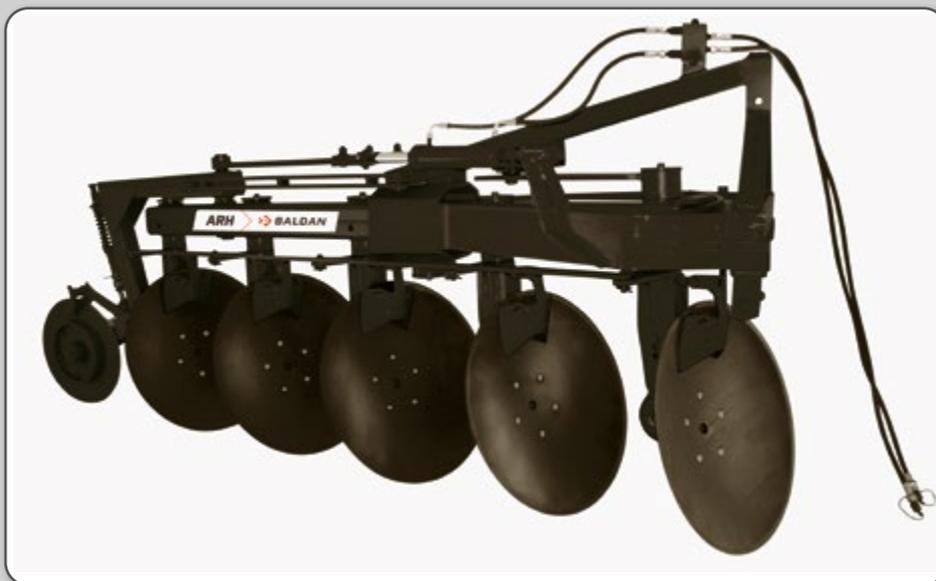
**Figura 29** – Arado de aivecas.



Fonte – Ikeda, 2019.

- b) discos.

**Figura 30** – Arado de discos.



Fonte – Baldan, 2019.

A classificação relacionada ao tipo de órgão ativo refere-se, então, às ferramentas aivecas e discos. Nos demais itens da classificação, os dois tipos são comuns, ou seja, pode-se ter arado tratorizado de discos ou arado tratorizado de aivecas.

#### 4.1.2 Acoplamento à fonte de potência

O arado, para realizar sua função, necessita de uma fonte de potência. No caso dos arados tratorizados, existem duas formas para o acoplamento do mesmo ao trator:

- a) arado de arrasto, quando acoplado por um único ponto ao trator, ou seja, na barra de tração;

**Figura 31** – Arado de arrasto.



Fonte – Furlani, 2018.

- b) arado montado, quando acoplado aos três pontos do sistema hidráulico do trator.

**Figura 32** – Arado montado.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

### 4.1.3 Movimentação dos órgãos ativos

A classificação quanto à movimentação dos órgãos ativos é definida, basicamente, pelo lado em que o solo é invertido. Sendo:

- a) arado fixo: a aração é realizada sempre invertendo o solo para o lado direito, ou seja, os dois rodados do lado direito do trator devem trabalhar dentro do sulco.

**Figura 33** – Arado fixo.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

- b) arado reversível: a aração pode ser realizada para ambos os lados, o que facilita as manobras e agiliza a operação.

**Figura 34** – Arado reversível.



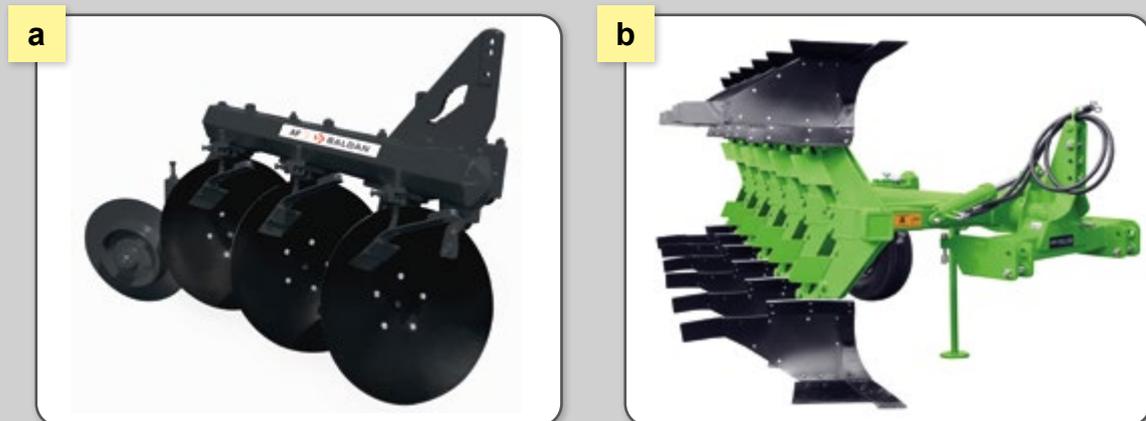
Fonte – Ikeda, 2019.

#### 4.1.4 Número de órgãos ativos

A quantidade de órgãos ativos é representada por:

- arado monocorpo, que possui apenas um corpo de disco ou aiveca;
- arado bicorpo, que possui dois corpos de disco ou aiveca;
- arado tricorpo, que possui três corpos de disco ou aiveca;
- arado multicorpo, que possui quatro ou mais corpos de disco ou aiveca.

**Figura 35** – Exemplos de arados tricorpo A) e multicorpo B).



Fonte – A) Baldan, 2019 e B) Ikeda, 2019.

## 4.2 ARADOS DE AIVECAS

Segundo Balastreire (2005), o arado de aivecas é o mais antigo implemento utilizado no preparo do solo. A história da agricultura destaca sua utilização na região do Mediterrâneo. Realiza a inversão das fatias de solo com maior eficiência em comparação ao arado de discos, o que proporciona melhor incorporação de palhada ou restos culturais e melhor controle das plantas daninhas.

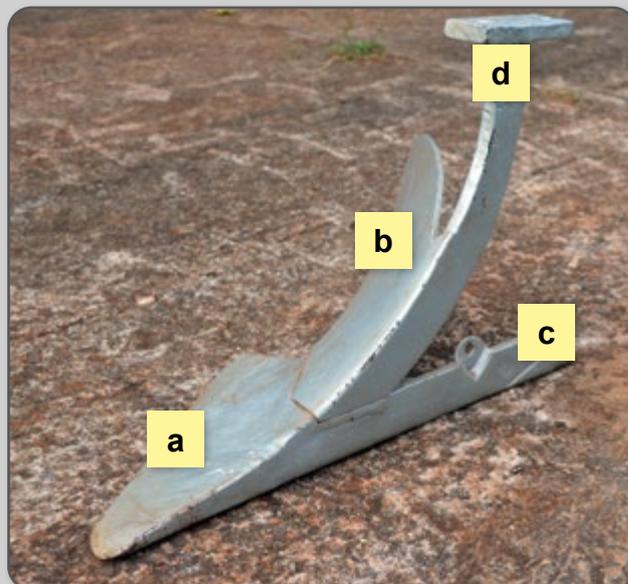
O arado de aivecas não deve ser utilizado em solos recém-desbravados ou com 'sujeira' como tocos e/ou pedras pois, pela forma da aiveca, o encontro com um obstáculo não permitirá a aração. Ressalta-se que existe um mecanismo de segurança para ser utilizado quando necessário, mas em solos mais limpos.

É uma ferramenta que pode ser utilizada em diferentes condições agrícolas e, sendo utilizada de forma correta, pode ser valiosa para determinadas condições de clima e solo.

### 4.2.1 Constituição dos arados de aivecas

A parte principal de um arado de aivecas é o corpo, que é formado pela relha, aiveca, rastro e coluna.

**Figura 36** – Corpo de aiveca: A) relha, B) aiveca, C) rastro e D) coluna.

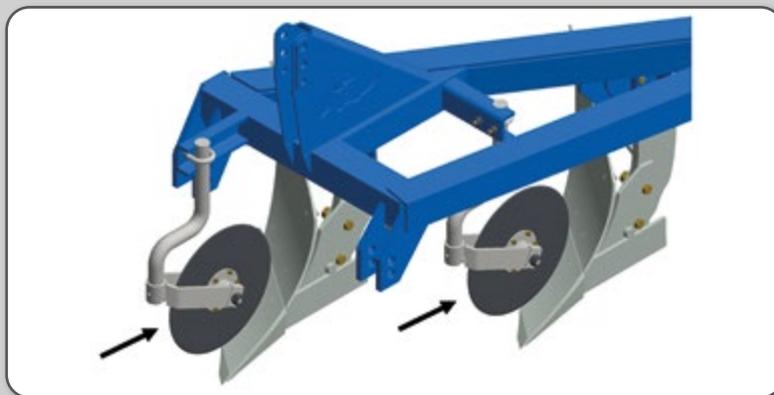


Fonte – Furlani, 2018.

#### a) Relha

Tem por função cortar horizontalmente o solo na profundidade de trabalho desejada. Por possuir formato de cunha (ângulo de entrada em torno de  $22^\circ$ ), também inicia a elevação da leiva e propicia a quebra vertical do solo. Em solos com vegetação abundante na superfície, é interessante a colocação de uma lâmina circular em frente ao corpo da aiveca.

**Figura 37** – Lâmina circular.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

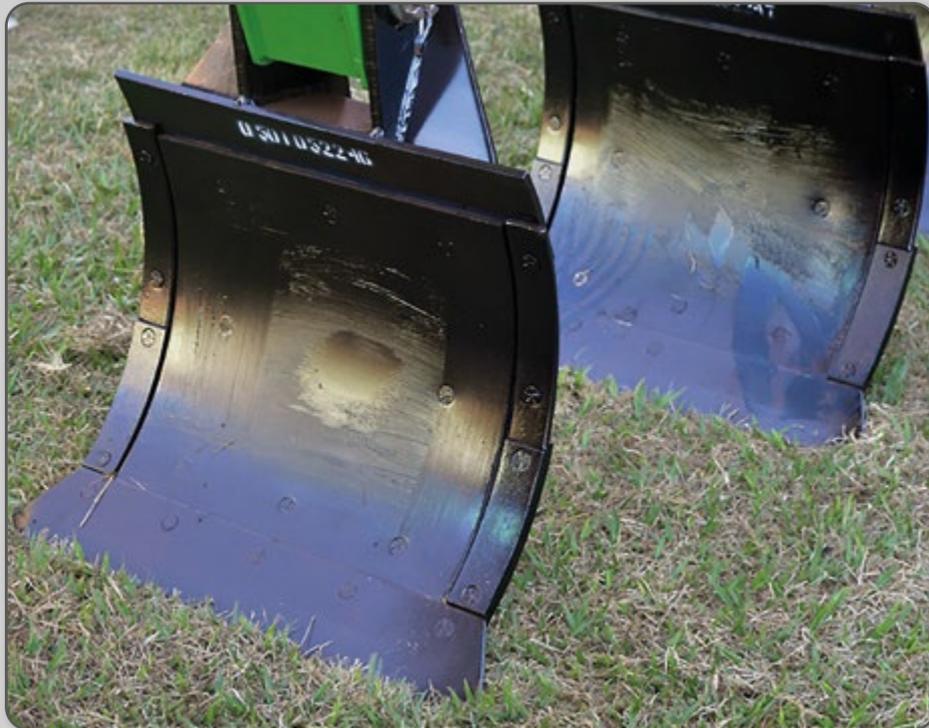
Alargura de corte do arado é determinada pelo tamanho da relha, que normalmente fica em torno de 25 a 60 cm, desta forma, deve-se trabalhar a profundidade em torno de 0,6 a 0,8 vezes a largura da relha. Ressalta-se que a largura total do arado de aivecas é a somatória das larguras de todas as relhas.

A largura da relha também define a posição lado a lado da próxima relha no sentido longitudinal de trabalho. Dessa forma, a relha executa a função de corte e início da elevação, faltando ainda o término da elevação e a inversão final, tarefa realizada pela aiveca propriamente dita, por seu formato.

b) Aiveca

É responsável pela inversão final da leiva. Dentre as aivecas existem as lisas, que podem trabalhar em solos menos pegajosos e as recortadas, que são utilizadas em solos mais argilosos, independente do formato das mesmas. Em função da aderência do solo na aiveca já foram testados materiais do tipo teflon®, porém, com resultados insatisfatórios. Nesse tipo de aivecas o formato é retangular.

**Figura 38** – Aiveca retangular.



**Fonte** – Furlani, 2018.

c) Rastro

Proporciona a ligação da relha com a aiveca e trabalha apoiado na parede do sulco, ao lado do solo não arado. Sua função é de estabilizar o arado de aivecas que, devido ao seu formato, faz com que o arado puxe para o lado.

d) Coluna

Faz a ligação do corpo de aivecas ao chassi do arado.

e) Chassi

É a parte estrutural, que além de suportar todos os corpos de aivecas, também possui os pontos de acoplamento ao trator.

f) Roda de controle de profundidade

Está presente no chassi e constitui a maioria dos arados, tendo como função controlar a profundidade de trabalho das aivecas. A roda trabalha sobre o solo não arado e é regulada normalmente por parafuso, sendo que, quanto mais se levanta a roda, maior será a profundidade de trabalho e vice-versa.

**Figura 39** – Arado de aivecas retangulares reversível com roda de controle de profundidade.



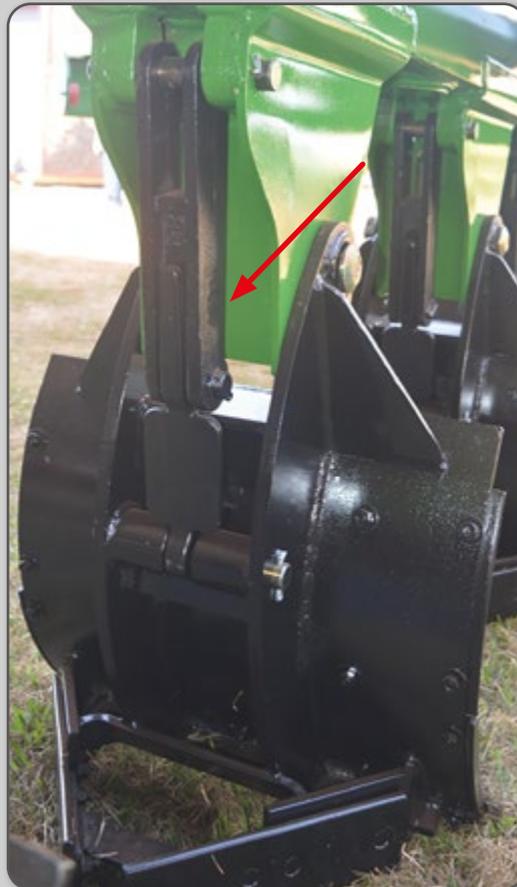
Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

g) Mecanismo de segurança

Serve para proteger o arado, quando este encontra um obstáculo ou um solo com maior resistência. O mais simples é um pino fusível (parafuso de resistência controlada): quando a aiveca recebe uma força maior que a resistência do parafuso, este se rompe e o corpo de aivecas desloca-se para trás, preservando todo conjunto e até mesmo o sistema hidráulico do trator. Porém, neste mecanismo, ocorre perda de tempo produtivo, pois o operador do trator tem que parar a aração e trocar o pino fusível.

Nos arados mais modernos existem mecanismos de segurança de desarme automático, ou seja, a partir do momento que a aiveca recebe uma força maior do que a definida no mecanismo de segurança, este desarma e preserva todo o conjunto e o trator. No entanto, diferente do anterior, o operador apenas necessita acionar o sistema hidráulico e levantar o arado que o mecanismo de segurança se arma novamente.

**Figura 40** – Mecanismo de desarme automático.



Fonte – Furlani, 2018.

## 4.2.2 Regulagem dos arados de aivecas

As regulagens realizadas nos arados de aivecas devem proporcionar a operação de aração com qualidade, ou seja, que exijam a menor demanda energética da fonte de potência (trator). Como esse arado apresenta componentes descentralizados em relação ao eixo longitudinal do trator, deve-se realizar as regulagens de alinhamento e nivelamento, dessa forma, o trator pode trabalhar em linha reta. A observação dos rodados dianteiros de um trator voltados para o lado durante a aração é sinal de regulagem incorreta, ou seja, a roda é que está tentando estabilizar o arado.

### ! ATENÇÃO

Antes de iniciar as regulagens, a leitura atenta das instruções do manual do equipamento é de fundamental importância, pois cada fabricante pode apresentar regulagens específicas para os diversos modelos de arados existentes, diferentes das regulagens genéricas apresentadas neste manual.

Para a aração com arados de aivecas, as regulagens gerais são: bitola do trator, acoplamento, centralização, nivelamento transversal e longitudinal, largura de trabalho, alinhamento da aiveca, ângulo de trabalho da aiveca e profundidade de trabalho.

#### a) Bitola do trator

A primeira regulagem para a aração é a da bitola do trator, que na maioria das vezes é esquecida, talvez pelo fato de não ser realizada no arado. Esta regulagem leva em consideração a largura do arado e a largura do pneu traseiro do trator.

A bitola do trator é a distância, de centro a centro, entre os rodados traseiros ou dianteiros.

**Figura 41** – Bitola do trator.



Fonte – Brasil, 2017.

A regulagem da medida da bitola do trator para equipamentos montados nada mais é do que a soma da largura de corte do arado e a largura do pneu traseiro.

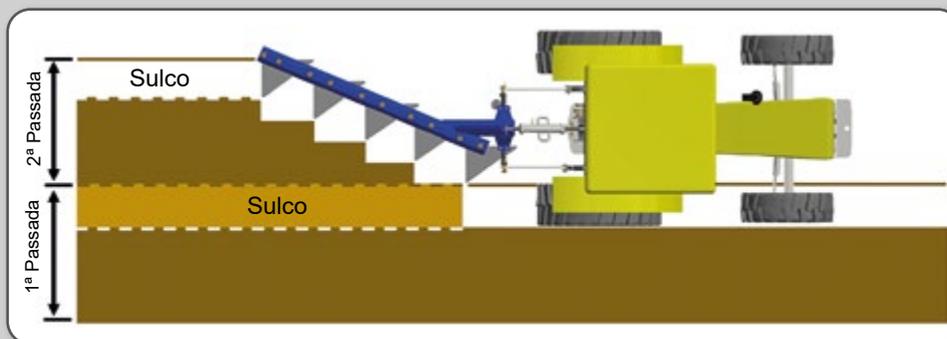
**Exemplo:** qual a bitola adequada para um trator agrícola que possui pneus traseiros 18.4-34 e um arado de 1,20 m de largura de corte?

- Largura do pneu do trator: 18.4 polegadas = 0,467 m
- Largura de corte do arado: 1,20 m

Portanto, a medida da bitola será de  $0,467 \text{ m} + 1,20 \text{ m} = 1,67 \text{ m}$ .

Para determinar a largura de corte do arado de aivecas no campo, deve-se deslocar o equipamento na posição de trabalho por alguns metros e, com auxílio de uma trena, medir a distância entre as extremidades dos sulcos adjacentes. Para melhorar a precisão na medida, pode-se fazer a média de mais de 1 passada.

**Figura 42** – Largura de corte do arado de aivecas.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

### ? VOCÊ SABIA?

Arados de grande largura de trabalho geralmente são de arrasto e não é possível, em alguns casos, atingir a bitola ideal por limitações do trator. Neste caso, utiliza-se a maior bitola disponível deixando a extremidade externa do órgão ativo frontal alinhada com a face interna do pneu que está dentro do sulco. O mesmo conceito se aplica a arados de pequeno porte, que impossibilitam o ajuste da bitola do trator. Nesse caso, é preciso regular o trator para a menor bitola disponível.

O ajuste da bitola de um trator, tanto traseira quanto dianteira, pode ser realizada de diversas maneiras e varia conforme o modelo do trator. Os sistemas mais comuns de ajuste de bitola são:

- **aros e discos:** a troca de posição entre os aros e os discos do pneu pode resultar em até 8 posições de bitola diferentes.
- **eixo prolongado:** permite o ajuste exato da bitola que se precisa, deslocando o conjunto aro e pneu dentro do limite do eixo.

- **servo ajustável (PAVT):** encontrado em tratores específicos, tem como forma de ajuste de bitola o deslocamento do aro e do disco em trilhos diagonais.

Para a operação de aração, o trator deve estar com a distribuição de peso entre os eixos dianteiros e traseiros adequada, visto que é uma operação de alta exigência de força de tração. Desta maneira, a lastragem pode ser feita pela adição ou retirada de peso do trator, por meio de lastros metálicos ou de água nos pneus.



#### PARA SABER MAIS

Para maiores informações sobre o ajuste da bitola e a adequação do peso do trator, consulte o material de treinamento de **operação de tratores agrícolas** do SENAR – AR/PR.

#### b) Acoplamento

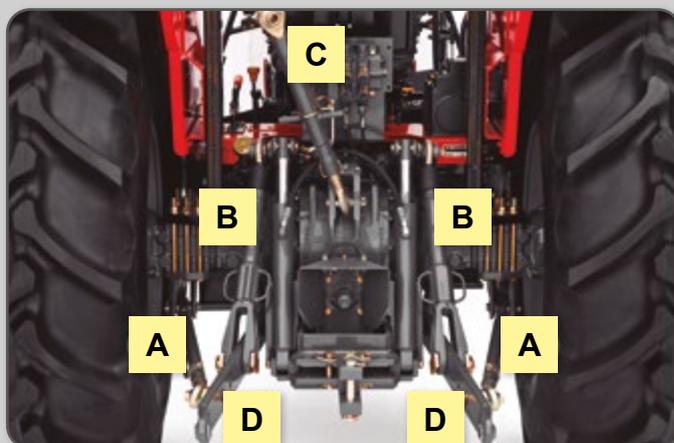
O acoplamento de um equipamento montado ao sistema hidráulico de três pontos deve seguir uma sequência lógica, permitindo que uma pessoa apenas possa fazer o acoplamento sem muito esforço. A denominação dos braços inferiores esquerdo e direito deve ser realizada observando-se o trator pela parte traseira.



#### ATENÇÃO

Antes do acoplamento do equipamento no SH3P, a barra de tração do trator deve ser colocada de lado ou retirada, pois esta pode interferir no desenvolvimento do trabalho.

**Figura 43** – Sistema hidráulico de três pontos: A) Braços estabilizadores; B) Braços intermediários; C) Terceiro ponto e D) Braços de levante inferiores.



Fonte – Padovan, 2018.

Para o acoplamento, é importante que o equipamento esteja em um local plano, assim como o trator. O local do desacoplamento é importante, porque posteriormente um novo acoplamento será realizado. Para o acoplamento, os braços estabilizadores dos braços de levante inferiores esquerdo e direito devem ser soltos.

O operador do trator sempre deve dar marcha à ré em uma marcha reduzida, minimizando a chance de acidentes. Deve-se posicionar os dois braços inferiores do SH3P o mais próximos possível das cavilhas inferiores do equipamento a ser acoplado.

O primeiro ponto a ser acoplado é o do braço de levante inferior esquerdo. Isto é facilmente conseguido, pois este pode movimentar-se para cima e para baixo acionando o mecanismo de levante e também pode movimentar-se para os lados, pois os braços estabilizadores estão soltos. Após este acoplamento, deve-se travar o pino com um contrapino.

**Figura 44** – Pino e contrapino.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Na sequência, é acoplado o terceiro ponto, que apresenta movimento em todas as direções e também em seu comprimento (telescópico), sendo, portanto, de fácil engate. Após o acoplamento do terceiro ponto, é preciso travar o pino com o contrapino.

Por fim, deve ser realizado o acoplamento do braço de levante inferior direito: é possível movimentá-lo para os lados (com os braços estabilizadores livres) e para cima e para baixo por meio do ajuste do comprimento do braço intermediário direito. Caso a cavilha de engate do equipamento ainda esteja longe do ponto de engate do braço de levante inferior do trator, pode-se aproximar estes pontos pelo aumento/diminuição do braço do terceiro ponto, sem desacoplá-lo, empurrando/puxando o arado. Após este acoplamento, lembrar de travar o pino com o contrapino.

**Figura 45** – Acoplamento do braço de levante inferior direito.



Fonte – SENAR AC, 2017.

Para o desacoplamento do equipamento, utilizar a sequência descrita anteriormente de forma inversa, porém, não esquecer de desacoplar em um lugar plano e de colocar o pé de apoio para o equipamento não tombar.

O acoplamento dos equipamentos de arrasto na barra de tração do trator é uma operação simples, sendo necessária somente a prática do operador em dar marcha à ré (usando a reduzida) e posicionar a barra de tração próxima do ponto de engate no cabeçalho do equipamento.

**Figura 46** – Engate do cabeçalho do equipamento com a barra de tração do trator.



Fonte – Brasil, 2017.

c) Centralização do arado montado

A centralização do arado em relação ao eixo longitudinal do trator garante que o mesmo trabalhe centralizado e o arado não proporcione ao trator uma tração deslocada para o lado. Para esta regulagem, mede-se a distância dos braços de levante inferiores, esquerdo e direito à roda esquerda e direita, respectivamente. Tomar o cuidado de escolher dois pontos iguais nos dois lados. Para facilitar este alinhamento, pode-se levantar o arado pelo sistema hidráulico e, manualmente, posicionar o mesmo em uma posição próxima do ideal, ou seja, visualmente centralizar o arado entre o rodado traseiro do trator e aí, então, realizar a medição. Conforme é realizado o ajuste, deve-se apertar os braços estabilizadores dos braços de levante inferiores. No caso de arados de arrasto, ignorar essa regulagem.

**Figura 47** – Medição da distância dos braços de levante inferiores ao rodado.



Fonte – Furlani, 2018.

**!** ATENÇÃO

Após a centralização, confira se a extremidade externa do primeiro órgão ativo do arado está alinhada com a face interna do pneu que trabalhará dentro do sulco, desta forma, o órgão ativo fará a aração em uma fatia adequada do solo.

#### d) Nivelamento do arado

O nivelamento do arado proporciona que o mesmo trabalhe com máxima eficiência. Nesta regulagem, existem dois nivelamentos a se fazer, o transversal e o longitudinal.

##### **Nivelamento transversal para o arado fixo**

No nivelamento transversal do arado fixo, os dois pontos de acoplamento dos braços de levante inferiores do sistema hidráulico devem estar paralelos ao nível do solo, com o trator com as rodas do lado direito já dentro do sulco de aração. As distâncias entre os braços de levante inferiores do sistema hidráulico e o solo devem ser medidas; o resultado deve ser o mesmo para os dois braços.

**Figura 48** – Braços de levante inferiores do SH3P paralelos ao solo.



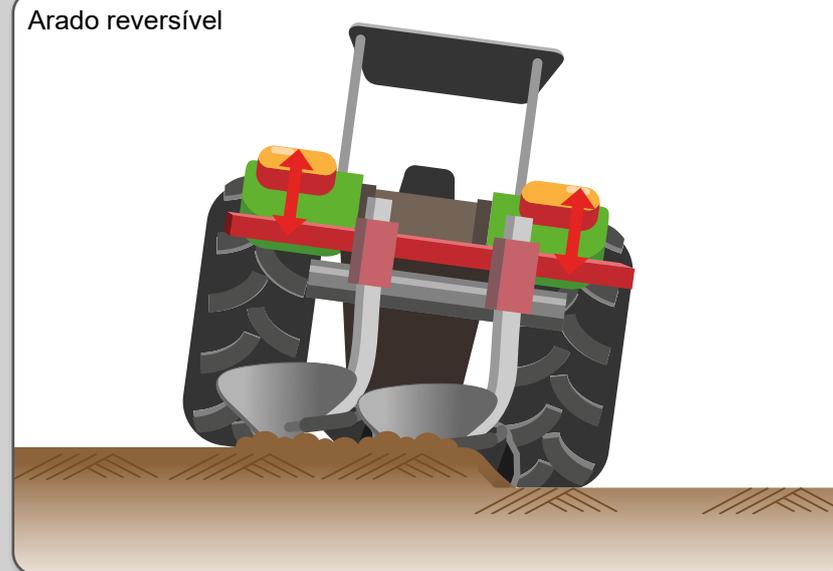
Fonte – Furlani, 2018.

Esta situação faz com que o arado corte, eleve e inverta o solo para o lado direito e o mesmo trabalhe nivelado em relação ao solo, o que é a condição ideal. Destaca-se que, para esta regulagem, o trator deve estar com as rodas do lado direito dentro sulco, ou com as rodas do lado esquerdo sobre calços com medida igual à da profundidade de trabalho.

### Nivelamento transversal para o arado reversível

No caso dos arados reversíveis, os dois pontos de acoplamento dos braços inferiores de levante do sistema hidráulico devem ficar paralelos ao eixo traseiro do trator. O comprimento dos dois braços intermediários do sistema hidráulico deve ser medido e as medidas devem ser iguais.

**Figura 49** – Braços de levante inferiores do SH3P paralelos ao eixo do trator.



Fonte – Furlani, 2018.

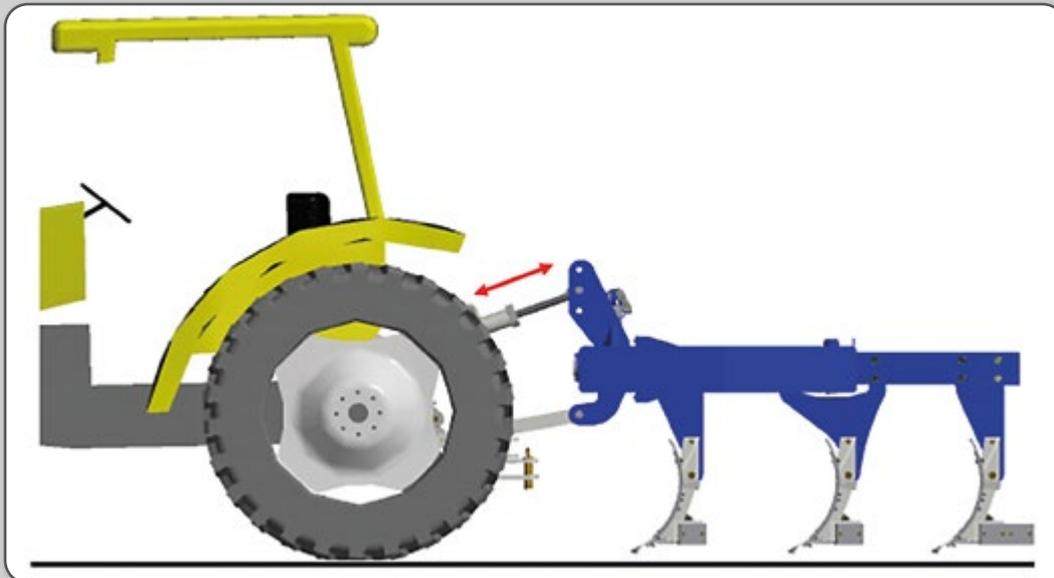
Assim, o arado acaba trabalhando desnivelado em relação ao solo, porém, é a única situação possível, visto que ora o trator está com as rodas do lado direito no sulco e ora com as do lado esquerdo.

O arado reversível proporciona facilidade de manobras de cabeceira e maior agilidade na operação em relação ao fixo, porém, apresenta as desvantagens em relação ao preço, que é superior e também tem menor qualidade de operação, fato relacionado ao arado fixo trabalhar nivelado em relação ao solo, o que não ocorre com o reversível.

### Nivelamento longitudinal

O nivelamento longitudinal é igual para os arados fixos e reversíveis e deve ser realizado pelo encurtamento/alongamento do braço extensor do terceiro ponto do trator. Pode ser realizado em piso plano e deve fazer com que todos os órgãos ativos estejam na mesma altura (profundidade) em relação ao solo.

**Figura 50** – Nivelamento longitudinal.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

e) Alinhamento da aiveca

Este alinhamento refere-se à distância entre o final do rastro e a parede do sulco, ou seja, o rastro deve estar deslocado em torno de 1,2 a 2,0 cm para dentro da terra arada.

**Figura 51** – Alinhamento da aiveca.



**Fonte** – Furlani, 2018.

f) Ângulo de trabalho da aiveca

O ângulo de trabalho da aiveca auxilia na penetração da mesma no solo. Para tanto, deve-se deixar a parte posterior do rastro em torno de 1,5 cm de altura em relação ao solo.

**Figura 52** – Ângulo de trabalho da aiveca.

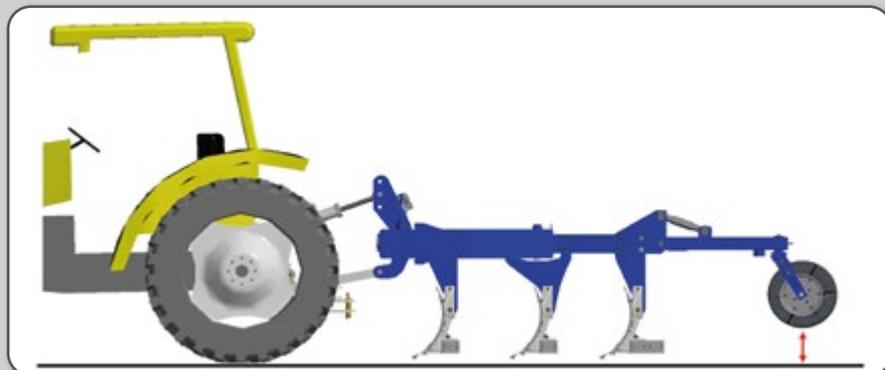


Fonte – Furlani, 2018.

g) Profundidade de aração

A profundidade de aração pode ser definida em função da roda de controle de profundidade do arado ou pelo batente da alavanca de controle de profundidade do trator. Uma das formas de se fazer esta regulagem é colocando o trator com os rodados do lado esquerdo sobre calços de mesma medida da profundidade, ou até mesmo no campo, com os rodados do lado direito dentro do sulco, no caso dos arados fixos.

**Figura 53** – Profundidade de aração.



Fonte – daptado de Tatu Marchesan, 2019.

Nos tratores com SH3P com controle automático de profundidade e ondulação é garantida a mesma profundidade de trabalho mesmo com ondulações na superfície ou maior/menor resistência do solo. Este sistema possui um sensor que faz o cilindro hidráulico levantar ou abaixar o arado conforme a situação. Assim, o acoplamento do braço do terceiro ponto tanto na torre do arado quanto no trator pode ser feito, normalmente, em três posições, para solos pesados, médios e leves.

#### ATENÇÃO

Para a utilização do sistema de controle automático de profundidade e ondulação é importante a consulta ao manual de operação do trator.

### 4.3 ARADOS DE DISCOS

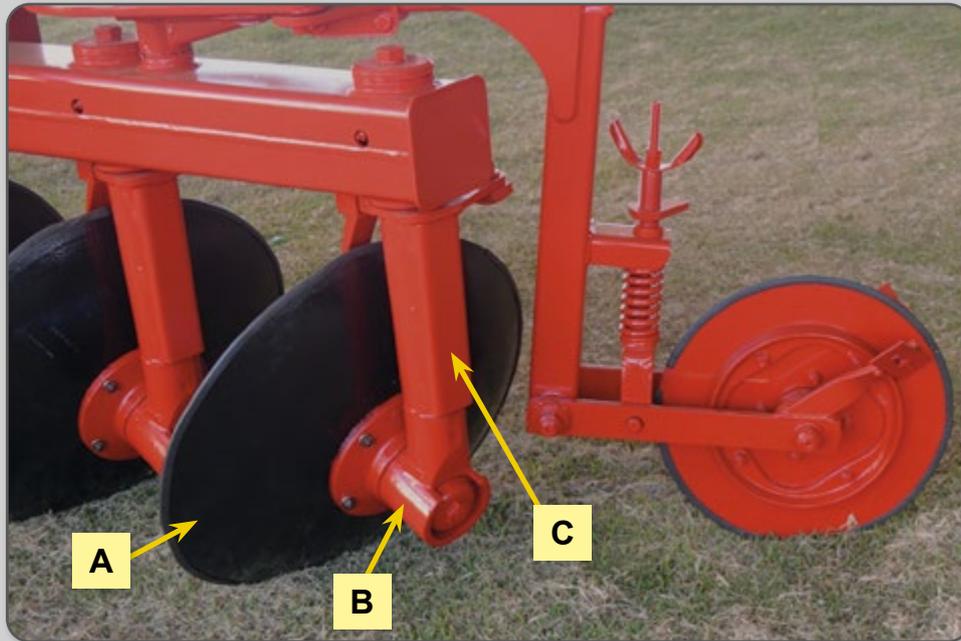
Os arados de discos trabalham melhor do que os arados de aivecas em solos com restos de raízes, galhos, pedras, etc. Esta vantagem, aliada ao não conhecimento das regulagens adequadas da aiveca, faz com que o arado de disco tenha sido usado por muito tempo como principal equipamento agrícola de preparo do solo.

A desvantagem dos discos em relação às aivecas é a capacidade de inversão das leivas (fatias de solo), sendo que nas aivecas o solo é rompido em camadas mais profundas do que o arado de discos. Além disso, as aivecas proporcionam melhor preservação dos agregados do solo, além de oferecerem melhor condição para o controle de plantas daninhas e enterrio dos restos de cultivos.

#### 4.3.1 Constituição dos arados de discos

As principais partes de um arado de discos são os discos, limpador de discos, mancal, coluna, além da roda guia e do chassi.

**Figura 54** – Corpo de discos: A) disco, B) mancal, C) coluna.



Fonte – Furlani, 2018.

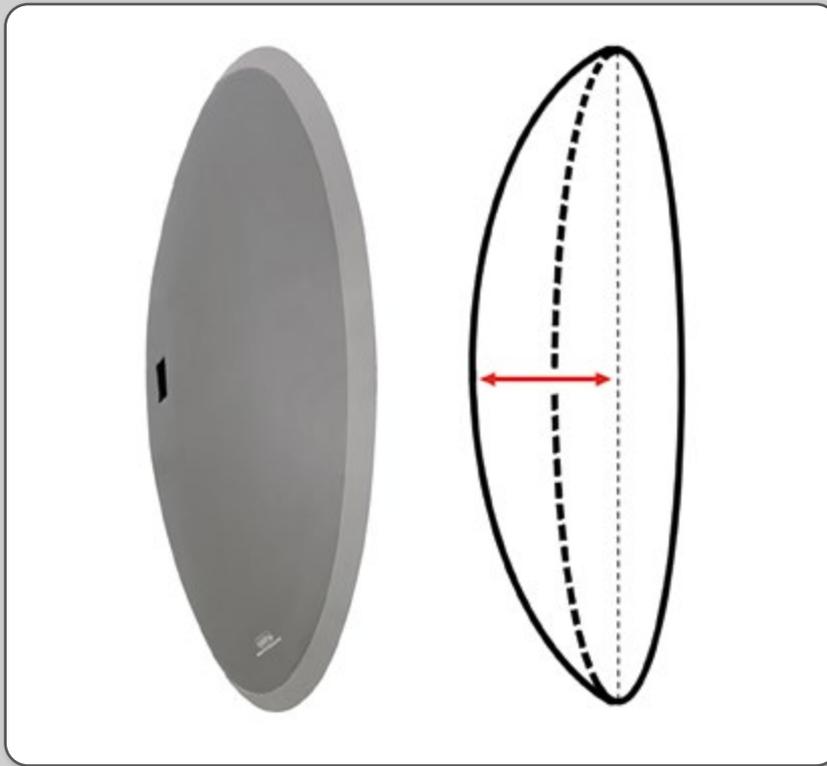
a) Disco

Os discos do arado são os órgãos ativos do equipamento, ou seja, são eles que proporcionam o corte, a elevação e a inversão da fatia de solo cortado. Normalmente, os discos são designados pelo diâmetro, espessura e concavidade. O diâmetro dos discos dos arados pode apresentar medidas no sistema inglês (polegadas) ou no métrico (milímetros), em média, de 24" (610 mm) a 32" (810 mm).

A espessura dos discos varia em torno de 5 a 10 mm, sendo os mesmos afiados na borda. O afiamento pode ser interno ou externo: no primeiro caso, a durabilidade do afiamento é maior e há maior penetração em solo com maior resistência. Quando o disco é afiado pelo lado externo, o afiamento é mais agudo, o que possibilita o trabalho em maior velocidade.

A concavidade do disco é a distância do centro do disco ao plano imaginário que passa pelas bordas. As concavidades dos discos de arado variam em torno de 75 mm para discos de 24 polegadas até 140 mm para discos de 32 polegadas.

**Figura 55** – Disco esférico com detalhe da concavidade.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

A grande maioria dos discos de arados utilizados no Brasil são esféricos, no entanto, também podem ser encontrados arados com discos cônicos.

O diâmetro dos discos a serem empregados relaciona-se com o solo em que o arado vai ser utilizado e, dessa forma, pode-se seguir as recomendações (SEGUY et al, 1984):

**Discos de 24”:** para solos muito duros, alto teor de argila, bastante palha na superfície do solo e que exigem grande penetração;

**Discos de 26”:** para solos duros, solos argilosos ou argilo-arenosos e solo com abundância de raízes;

**Discos de 28”:** para solos de consistência mediana, arenosos e de penetração relativamente fácil; e

**Discos de 30”:** para aração profunda, solos de consistência média e pesados, compactados e seu emprego exige massa adicional no arado.

b) Mancal

O mancal é o responsável pela rotação do disco do arado, nada mais é que um rolamento que propicia rotação.

c) Coluna

A coluna faz a ligação entre o mancal e o chassi do arado. Dependendo do tipo de arado, a coluna pode possibilitar a variação dos ângulos vertical e horizontal dos discos, regulagens estas que serão vistas mais adiante neste material.

d) Limpador do disco

A função é de limpar o disco do seu centro para a extremidade. No entanto, além da limpeza, os limpadores de discos auxiliam na inversão da fatia de solo cortado, o que possibilita maior incorporação de resíduos vegetais ou corretivos.

O limpador do disco está fixado ao chassi do arado, porém, é possível a regulagem de acordo com o tipo de solo, ou seja, a proximidade do mesmo ao disco e também de seu ângulo. É recomendado que o limpador fique o mais próximo possível do disco, porém, sem encostar.

**Figura 56** – Limpador do disco de arado.



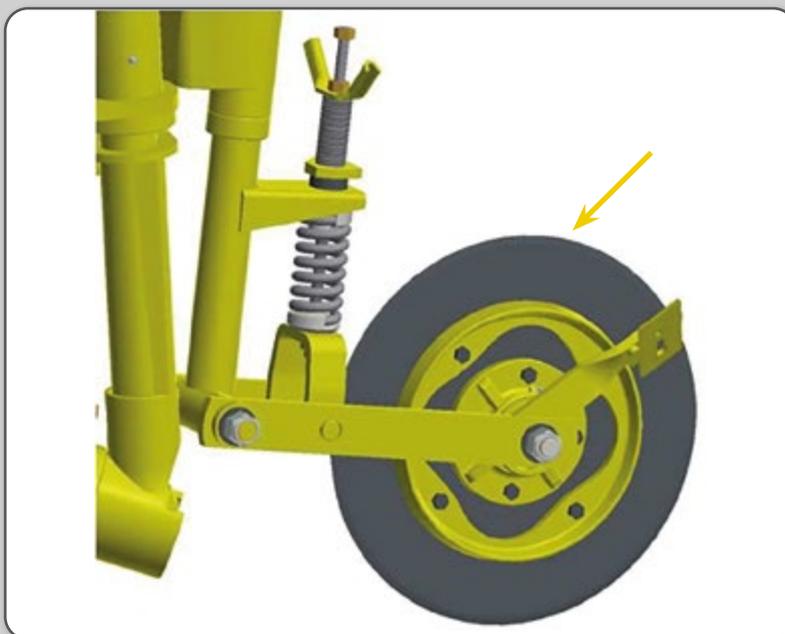
**Fonte** – Furlani, 2018.

O ângulo de posicionamento do limpador tem influência direta na quebra do solo, ou seja, se o ângulo entre o limpador e a superfície do disco for diminuído, também é menor a pulverização do solo. Um ângulo maior possibilita a inversão mais acentuada da fatia de solo, sendo maior a incorporação de resíduos vegetais ou corretivos. Esta última opção também é recomendada para solos com maior teor de água.

### e) Roda-guia

A roda-guia está localizada na parte de trás do arado de discos, trabalha no centro/fundo do sulco formado pelo último disco e tem por função dar estabilidade ao arado de discos, visto que os discos produzem esforços laterais. Outra função da roda guia é de manter constante a profundidade de trabalho dos discos, ou seja, trabalha como uma roda de controle de profundidade.

**Figura 57** – Roda-guia.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

A roda-guia trabalha paralela ao deslocamento do arado e na vertical. No entanto, pode-se variar o ângulo, trabalhando como se fosse um leme de um barco estabilizando o arado, pois a mesma se apoia no fundo do sulco compensando as forças contrárias ao deslocamento do equipamento. Excesso de pressão na mola faz o arado levantar diminuindo a profundidade de aração e vice-versa.

f) Chassi

O chassi é a parte estrutural do arado de discos. É nele que são acopladas todas as partes constituintes, como o corpo de discos, limpadores de discos, roda guia e os pontos de acoplamento à barra de tração ou sistema hidráulico de três pontos do trator.

**Figura 58** – Arado de 5 discos reversível com reversão hidráulica.



Fonte – Baldan, 2019.

#### 4.3.2 Regulagem dos arados de discos

As regulagens que devem ser realizadas nos arados de discos, em sua grande maioria, são semelhantes às do arado de aivecas, ou seja: regulagem da bitola do trator, acoplamento à fonte de potência, centralização e nivelamento transversal e longitudinal do arado.

#### **ATENÇÃO**

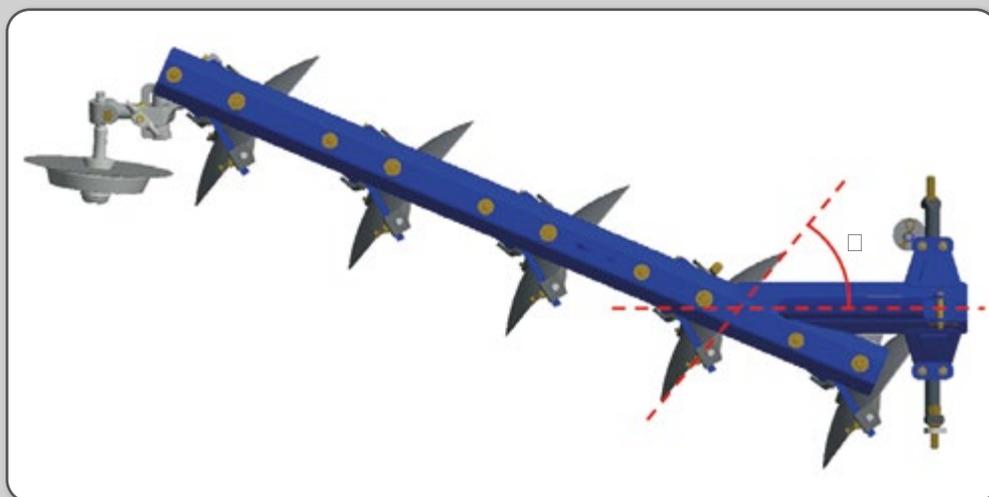
Antes de iniciar as regulagens, a leitura atenta das instruções do manual do equipamento é de fundamental importância, pois cada fabricante pode apresentar regulagens específicas para os diversos modelos de arados existentes, diferentes das regulagens genéricas apresentadas neste manual.

A penetração dos arados de discos no solo se dá auxiliado pelo peso do próprio equipamento, pelos ângulos horizontal e vertical dos discos e pelas bordas afiadas dos mesmos. O arado de disco atinge entre 20 a 30 cm de profundidade no solo, no entanto, pode trabalhar em maiores profundidades desde que utilize discos de maior diâmetro.

a) Ângulo horizontal do disco

O ângulo horizontal ( $\alpha$ ) é utilizado para alterar a rotação do disco do arado e, como consequência, a largura de corte, individualmente para cada disco do arado. A largura de corte do arado como um todo pode ser alterada, porém, com outra regulagem que será explicitada mais adiante.

**Figura 59** – Ângulo horizontal ( $\alpha$ ) do disco no arado.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

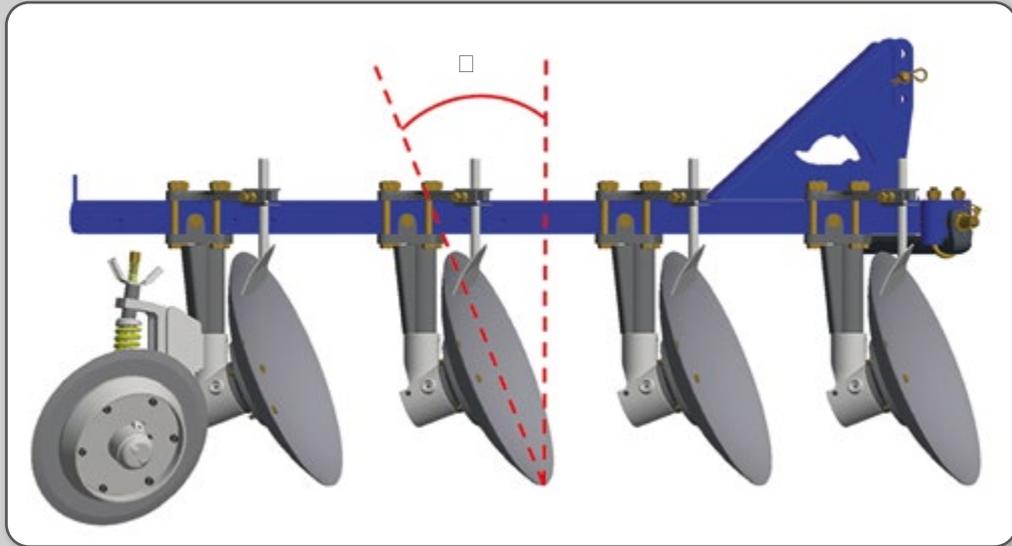
À medida que o ângulo horizontal ( $\alpha$ ) do disco diminui, ou seja, o disco aproxima-se paralelamente da linha de tração do trator, sua largura de corte diminui, facilitando a penetração com aumento da sua rotação. Neste caso, pode ocorrer, dependendo da concavidade do disco, que a parte externa do disco tenha um atrito excessivo com a terra não arada, o que aumenta a demanda de tração. No caso da ocorrência deste fato, deve-se aumentar o ângulo do disco.

Com o aumento do ângulo horizontal ( $\alpha$ ) do disco, também ocorre aumento gradativo da demanda de potência, pois há aumento do volume de solo mobilizado pelo disco. Nos arados, o ângulo horizontal varia normalmente de 42 a 45°.

b) Ângulo vertical do disco

O ângulo vertical ( $\beta$ ) do disco de arado é formado pelo plano da superfície do disco com uma linha vertical imaginária. Na prática é o fato do disco estar mais “em pé” ou mais “deitado”; esse posicionamento está diretamente relacionado com a penetração do disco no solo. Normalmente, o ângulo vertical varia de  $18^\circ$  a  $22^\circ$ , dependendo do tipo de arado.

**Figura 60** – Ângulo vertical ( $\beta$ ) do disco do arado.



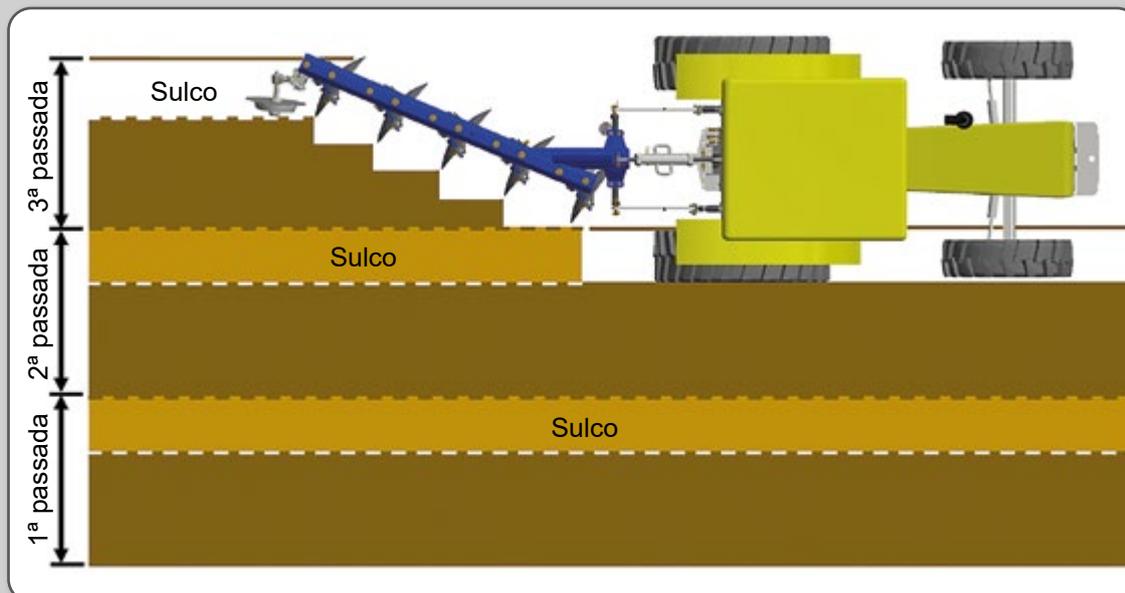
Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

O menor ângulo vertical (próximo a  $18^\circ$ ) favorece a penetração do disco no solo. Ângulos maiores possibilitam melhor inversão do solo e enterrio de vegetação.

c) Largura de corte do arado de discos

Para medir a largura de corte dos arados de discos, deve-se medir com trena a distância das extremidades do primeiro e do último sulco gerados pelo arado. Para melhorar a precisão da medida, pode-se colocar uma estaca na extremidade do primeiro sulco e, após 3 passadas do arado, colocar outra estaca na extremidade do último sulco formado e medir a distância total das 3 passadas, dividindo-a pelo número de passadas.

**Figura 61** – Determinação da largura de corte dos arados de discos.

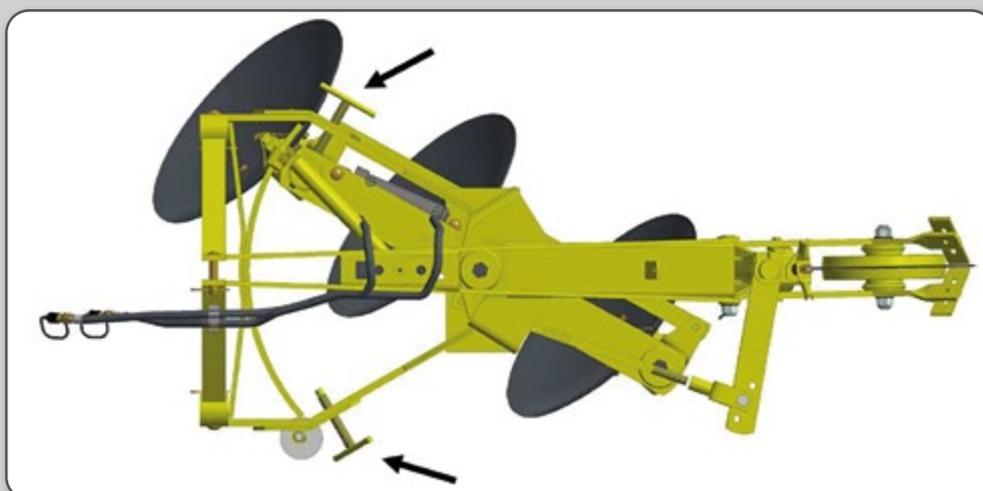


**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

É possível alterar a largura de corte dos arados de discos sem alterar as regulagens dos ângulos horizontal e vertical dos discos. A largura de corte pode ser alterada pela mudança, para as laterais, da parte do chassi onde estão acoplados os corpos dos discos.

Nos arados reversíveis, a variação da largura de corte é feita pelos parafusos localizados nas laterais dos arados, esses limitam a posição do chassi que contém os corpos dos discos.

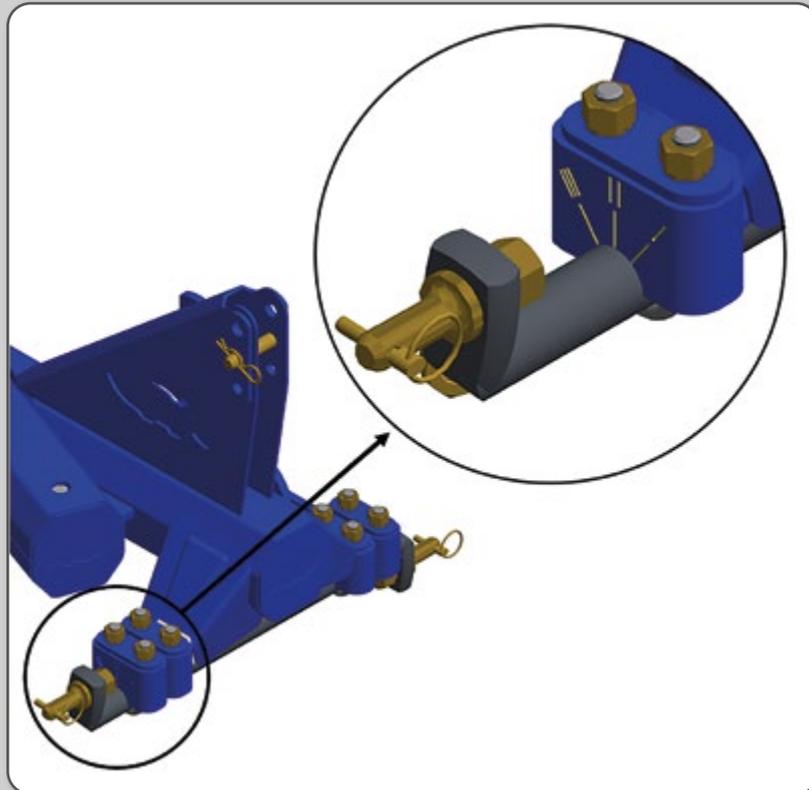
**Figura 62** – Alteração da largura de corte dos arados de discos reversíveis.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Quando o parafuso está totalmente rosqueado, a largura de corte é menor e vice-versa. Deve-se posicionar os dois parafusos na mesma posição, assim, garante-se que a largura de corte será igual tanto na ida como na volta. Nos arados de discos fixos, a alteração da largura de corte é realizada girando-se a barra transversal que está localizada no arado no local onde são acoplados os braços de levante inferiores direito e esquerdo do sistema hidráulico do trator.

**Figura 63** – Alteração da largura de corte dos arados de discos fixo.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

A barra transversal possibilita por meio de um pequeno giro (posições 1, 2 e 3), o aumento/diminuição da largura de corte dos arados de disco.

d) Reversão do arado

A reversão da aração pode ser realizada de forma mecânica manual, ou seja, o operador necessita acionar uma alavanca, que normalmente fica localizada próxima às costas do mesmo. Este tipo de reversão é contestado, visto que pode prejudicar a saúde do operador, principalmente causando problemas nas costas.

**Figura 64** – Arado de disco reversível com acionamento mecânico manual.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Outra forma de reversão pode ser a mecânica-hidráulica, ou seja, o operador apenas aciona um botão ou uma alavanca, geralmente próxima da posição em que está no trator. Este tipo de reversão, além de mais fácil para o operador, também é mais rápida.

**Figura 65** – Cilindro hidráulico do arado reversível com acionamento mecânico hidráulico.



**Fonte** – Baldan, 2019.

## 4.4 OPERAÇÃO DE ARAÇÃO

O agricultor pode possuir um único trator para diversas operações agrícolas, porém, deve-se ter critérios na combinação entre o mesmo e os equipamentos.

Como as diferentes operações agrícolas demandam diferentes velocidades de trabalho, o trator deve apresentar potência suficiente para tal. No caso da aração, a velocidade de trabalho deve ser, em média, de 5 a 8 km/h, porém, não deve ser tão baixa que não ocorra a inversão da leiva de solo cortado, assim como não pode ser tão excessiva a ponto de jogar o solo para longe. A condição local é determinante para que a operação ocorra de forma correta.

### ATENÇÃO

Consulte no manual do arado qual é a demanda de potência exigida pelo mesmo e verifique se o trator apresenta potência adequada para tracioná-lo.

A aração apresenta uma particularidade que é a operação com os rodados do trator de um dos lados trabalhando dentro de um sulco e o solo sendo invertido (tombado) para o lado deste sulco. Para isso, é necessária a confecção do primeiro sulco, que é determinante para se arar toda a área.

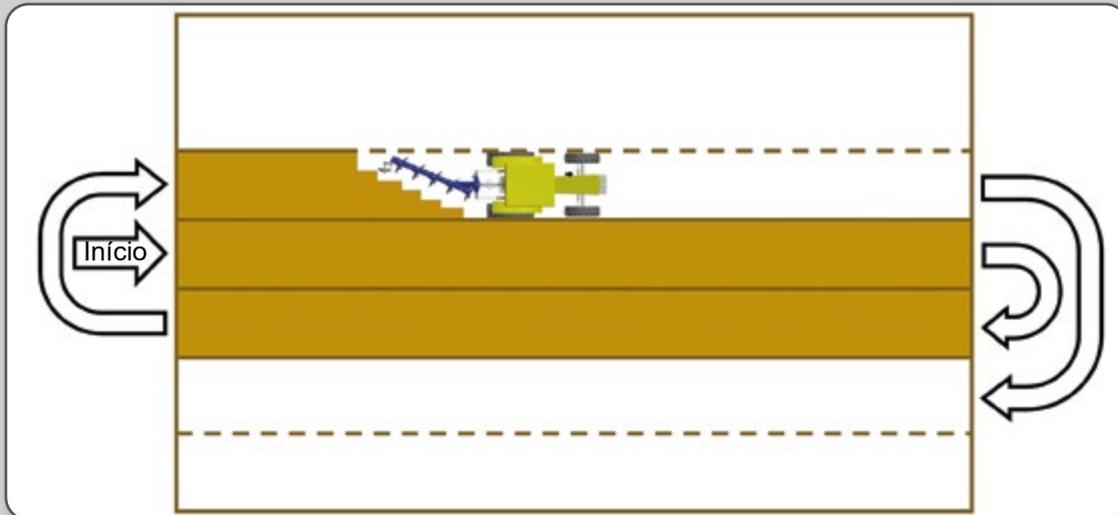
Normalmente na primeira passada, o sulco não atinge a profundidade que se pretende arar, no entanto, já na próxima passada, com o trator com os rodados de um dos lados dentro do sulco, a profundidade é atingida.

A forma de aração no campo é definida pelo tipo de arado, se é fixo ou reversível.

### 4.4.1 Operação de aração com arado fixo

Sabendo-se que na aração com arado fixo o trator trabalha sempre com os rodados do lado direito dentro do sulco e o solo também é sempre invertido para o lado direito, a aração pode ser realizada de diversas formas. Neste manual, apresentamos apenas algumas delas, que podem ou não ser as melhores dependendo do relevo da área a ser trabalhada.

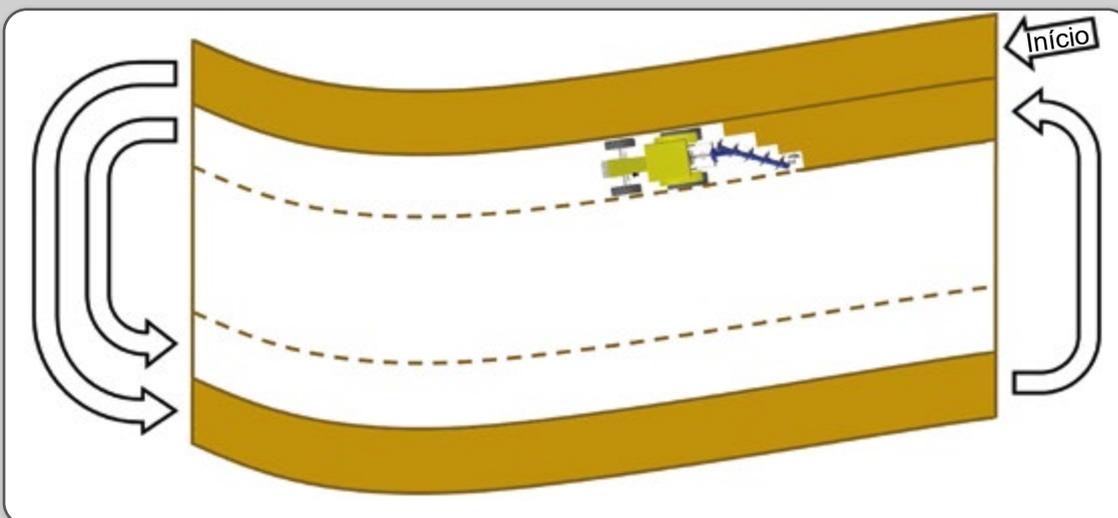
**Figura 66** – Aração com arado fixo em talhão regular de dentro para fora.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

Na maioria das vezes, a aração será realizada entre duas curvas de nível e aí é recomendável que seja realizada de dentro para fora da curva. No entanto, pode-se realizar a aração de fora para dentro, ou seja, do camaleão do terraço de cima para baixo e da margem do canal do terraço de baixo para cima. Neste caso, a aração será realizada em sentido anti-horário e o solo será sempre invertido para fora.

**Figura 67** – Aração com arado fixo em curva de nível de fora para dentro.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

É recomendável alternar as maneiras de arar o solo ano a ano, ou seja, se em um ano foi feita de dentro para fora, no ano seguinte realiza-se de fora para dentro.

**Figura 68** – Representação do canal e do camaleão em uma curva de nível.

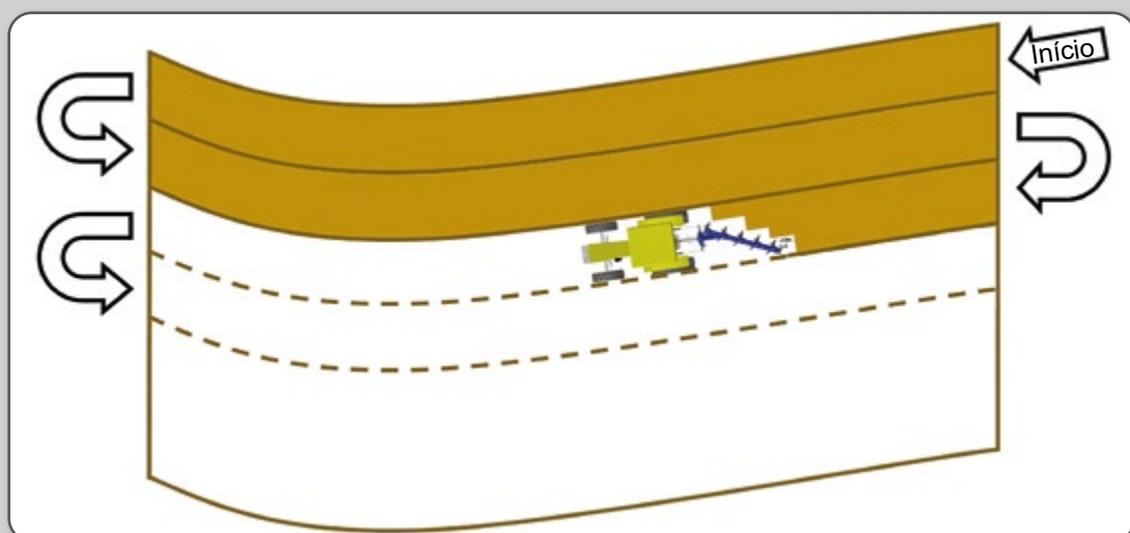


Fonte – Furlani, 2018.

#### 4.4.2 Operação de aração com arado reversível

A operação de aração com arado reversível é semelhante à do arado fixo, porém mais eficiente, visto que o trator pode trabalhar tanto com os rodados do lado direito dentro do sulco, quanto com os rodados do lado esquerdo.

**Figura 69** – Aração com arado reversível em curva de nível de cima para baixo.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

Na aração com arado reversível, o operador deve reverter o chassi dos corpos de discos em cada passada, deixando o arado com os corpos de discos virados para o lado dos rodados do trator que estão dentro do sulco, isso fará com que o sulco da passada anterior seja coberto.

#### 4.5 MANUTENÇÃO DOS ARADOS

Em todo equipamento agrícola deve-se fazer as manutenções periódicas e corretivas. Nos arados, as manutenções basicamente consistem na lubrificação de pinos graxeiros, reapertos e verificação de desgastes e quebras de suas partes constituintes, principalmente dos órgãos ativos.

#### ! ATENÇÃO

Consulte rigorosamente no manual do arado quais são as recomendações de manutenção do fabricante específicas para o equipamento em questão.

Entende-se por manutenção periódica aquela que é realizada em períodos pré-determinados, no caso dos arados de acordo com o número de horas de uso. Já a manutenção corretiva é aquela realizada em função de uma ocorrência não prevista, por exemplo, uma quebra. Neste caso, é recomendável a manutenção o mais rápido possível, pois uma manutenção corretiva deixada de lado, com certeza, irá provocar mais quebras e, conseqüentemente, maior tempo parado para consertos.

**Figura 70** – Quebra não prevista.



Fonte – Furlani, 2018.

A manutenção, seja preventiva ou corretiva, é um tempo em que o equipamento não está trabalhando, então deve ser feita com critério para que o tempo “perdido” não aumente.

Na lubrificação de graxeiras deve-se atentar para a quantidade de graxa a ser colocada, pois o excesso também é prejudicial, sendo local para adesão de terra e ainda forçar os retentores, o que possibilita a entrada de terra nos rolamentos.

### ! ATENÇÃO

Consulte a recomendação do fabricante do tipo de graxa que deve ser utilizada. O uso de graxa fora da especificação do fabricante pode prejudicar o equipamento e, em alguns casos, pode perder a garantia de fábrica. A armazenagem correta dos produtos de lubrificação também exige cuidados especiais para evitar contaminações.

**Figura 71** – Arado de disco com pontos de excesso de graxa.



**Fonte** – Furlani, 2018.

Antes de iniciar os trabalhos é importante verificar todos os parafusos e reapertá-los, se necessário. O uso da ferramenta correta facilita a manutenção, possibilita menor esforço físico e preserva o equipamento. A utilização de uma ferramenta inadequada, na maioria das vezes, acarretará em maior tempo perdido e menor qualidade do serviço executado. Dessa forma, uma estrutura de oficina com ferramental básico é indispensável na propriedade.

**Figura 72** – Reaperto de parafusos.



**Fonte** – Furlani, 2018.

As peças que sofrem desgaste ou folga por uso devem ser sempre analisadas com bastante critério, pois podem dificultar o serviço e diminuir o rendimento, além de forçar outras partes constituintes do equipamento. A verificação constante pode auxiliar na troca de determinada peça antes que ela quebre, dessa forma, o equipamento ficaria menos tempo parado.

Após o uso, lavar o arado e fazer uma limpeza completa guardando-o em local apropriado, de preferência sem contato com a terra. Verifique as peças com pintura e repinte, se for necessário.

Deixe o arado pronto para o próximo uso, evite deixar consertos para a última hora, pois pode ocorrer falta de peças no mercado, entre outros problemas.

## 5 GRADES AGRÍCOLAS

O preparo periódico do solo objetiva proporcionar as condições favoráveis à sementeira, germinação, emergência e desenvolvimento das culturas. No preparo convencional do solo, as grades agrícolas desempenham papel fundamental, seja na sequência da operação de aração ou em substituição aos arados, sejam de aivecas ou de discos. No primeiro caso, são responsáveis pela quebra dos torrões formados pelos arados, diminuição dos espaços entre os torrões e também pelo nivelamento do solo para a posterior operação de sementeira. Para tanto, são utilizadas as grades denominadas de leves e médias.

**Figura 73** – Grade destorroadora/niveladora no preparo do solo.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Para substituir o arado no preparo inicial, realizando a inversão da camada superficial do solo, devem ser utilizadas as grades denominadas pesadas. Além de possibilitarem a incorporação de fertilizantes, corretivos e sementes miúdas, as grades podem ainda picar e incorporar restos culturais e escarificar/quebrar camadas superficiais compactadas do solo.

**Figura 74** – Grade pesada no preparo do solo.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Com o passar do tempo e a melhoria na qualidade dos equipamentos agrícolas, as grades passaram a ter outra função, pois conseguiam fazer a aração superficial, o que possibilitou, em alguns casos, a substituição dos arados. A substituição era interessante do ponto de vista de realizar a operação em maior velocidade de deslocamento, além da maior largura de trabalho, proporcionando, assim, um grande aumento na capacidade operacional (ha/h), fato aliado também ao aumento da potência dos tratores agrícolas.

Por outro lado, a utilização frequente das grades de discos sempre em uma mesma profundidade e com lastros excessivos provocou problemas de compactação do solo, os chamados pés de grade.

Outro ponto negativo é o número excessivo de passagens da grade no solo, pois, além de aumentar os custos e o consumo de combustível, promove pulverização excessiva do solo, causando problemas de erosão. Normalmente, o aumento do número de passagens da grade está relacionado ao trabalho em solo seco, no qual os torrões adquirem resistência mecânica e passam entre os discos da grade.

## 5.1 CLASSIFICAÇÃO DAS GRADES

As grades apresentam diversas classificações: quanto ao tipo de órgão ativo, quanto à ação no solo e quanto ao peso, diâmetro e distância entre os discos.

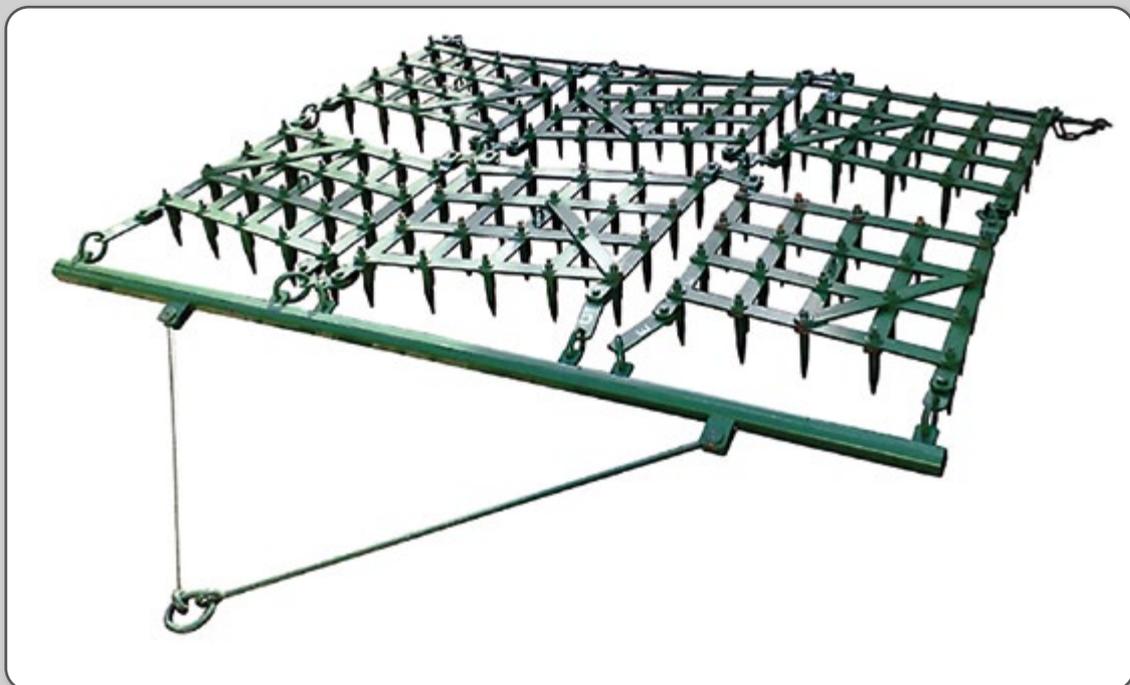
### 5.1.1 Tipo de órgão ativo das grades

O órgão ativo de um equipamento agrícola é definido como a ferramenta que mobiliza o solo. No caso das grades, os órgãos ativos podem ser os dentes e os discos.

#### a) Grades de dentes.

As grades de dentes apresentam como órgão ativo dentes de aço do tipo resistente à abrasão. Por ser uma grade que apresenta pouco peso, é normalmente recomendada para trabalhos em solos mais leves e com presença mínima de resíduos vegetais. É pouco utilizada no dia a dia e, por isso, não é muito vendida. Também apresenta baixo custo de aquisição e manutenção. Podem possuir dentes rígidos, flexíveis, oscilantes ou giratórios. Seu trabalho é bastante superficial com profundidade de trabalho dependente do tamanho dos dentes e do peso da grade.

**Figura 75** – Grades de dentes rígidos.



Fonte – Fernandes *et al.*, 2001.

## b) Grades de discos

As grades agrícolas de discos são as mais comuns e mais utilizadas, sendo que os órgãos ativos são os discos, que são semelhantes aos dos arados, porém menores e podem apresentar bordas lisas ou recortadas. O ângulo de corte também é menor em relação aos arados. A utilização de discos de pequeno diâmetro e grades de pouco peso são utilizadas para o preparo secundário, ou seja, após a utilização dos arados, para complementação do serviço dos mesmos. Já as grades de maior peso e, conseqüentemente, maior diâmetro de disco, são utilizadas no preparo primário, ou seja, em substituição aos arados.

**Figura 76** – Grade de discos equipada com rodas de transporte.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

A grande vantagem da grade de discos comparada à grade de dentes está na maior capacidade de picar, incorporar resíduos vegetais e sementes miúdas, apresentando menores problemas com embuchamento e com a mobilidade em qualquer tipo de solo.

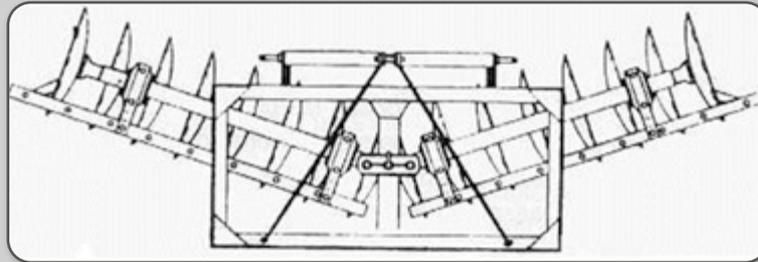
### 5.1.2 Ação das grades no solo

A classificação das grades quanto à ação no solo é restrita às grades de discos que são classificadas em dois tipos: grades de simples ação e grades de dupla ação.

a) Grades de discos de simples ação

As grades de discos de simples ação apresentam duas seções de discos de grade localizadas uma ao lado da outra: são chamadas assim devido ao fato de que mobilizam o solo uma única vez, o que acaba exigindo mais de uma passada da grade para a quebra dos torrões. Este tipo de grade praticamente inexistente no mercado, pois exige o dobro do trabalho em relação à grade de dupla ação.

**Figura 77** – Grade de discos de simples ação.



**Fonte** – Balastreire, 1987.

b) Grades de discos de dupla ação

As grades de dupla ação apresentam duas ou quatro seções de discos de grade. As grades de dupla ação com duas seções também são chamadas de grades deslocadas ou *off set*. As seções são localizadas uma à frente da outra, sendo os discos da dianteira voltados para um lado e os da traseira com os discos voltados para o outro lado, dessa forma, o solo é mobilizado duas vezes em uma única passada da grade. Essas grades também são conhecidas como grades em “V”.

**Figura 78** – Grade de discos de dupla ação (Grade deslocada ou *off set*).



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Outro tipo de grade de dupla ação possui quatro seções de discos de grade e são chamadas de grades tandem, também conhecidas como grade em “X”. As duas seções dianteiras, uma ao lado da outra, possuem os discos voltados para o lado de fora e as duas traseiras, também uma ao lado da outra, os discos estão voltados para o lado de dentro, assim sendo, em uma única passada da grade, o solo é movimentado duas vezes (dupla ação).

**Figura 79** – Grade de discos de dupla ação (Tandem).



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

### 5.1.3 Peso, diâmetro e distância entre os discos das grades

As grades também são classificadas de acordo com o peso do disco, distância entre os discos e diâmetro dos discos, O professor Rubismar Stolf pesquisou quatro fabricantes e 247 modelos de grades de discos existentes na época e propôs a seguinte classificação, que permite obter o máximo de informações do trabalho da grade no solo. Assim, os dois principais parâmetros de classificação de grades quanto à finalidade são a distância entre discos e o diâmetro de seus discos.

**Tabela 1** – Classificação de grades agrícolas pelo critério proposto por Stolf.

<b>Classes</b>	<b>Peso/ disco*</b> <b>(kg)</b>	<b>Distância entre discos</b> <b>(Centímetros)</b>	<b>Diâmetro do disco</b> <b>(Polegadas)</b>	<b>Finalidade</b>
Grade leve	20 - 60	17 - 24	20 - 24	Nivelamento e destorroamento na operação de acabamento do preparo de solo.
Grade intermediária	100 - 150	24 - 36	24 - 30	Preparo de solo raso, para cereais e complementar a grade pesada no preparo do solo e na destruição de soqueira da cana-de-açúcar.
Grade pesada	200 - 250	32 - 45	32 - 36	Preparo do solo mais profundo em culturas como a cana-de-açúcar e terras virgens.
Grade superpesada	400 - 600	50	36	Idem anterior, porém, em situações de maiores dificuldades de penetração e corte de restos vegetais.

\* Peso total da grade dividido pelo número de discos.

**Fonte** – Stolf, 1986.

Segundo Stolf (2007), quanto maior for o diâmetro e a distância entre discos das grades, espera-se que ocorra maior profundidade de trabalho, bem como a formação de torrões maiores, independente de outros fatores. Ainda, segundo o mesmo autor, verifica-se entre os fabricantes que quanto maior é a distância entre discos, maior será o diâmetro do disco adotado. Como consequência, também, maior será o peso por disco (peso total da grade pelo número de discos), apesar de se tratar de um parâmetro interessante para a classificação, os dois anteriores são mais práticos, pois é possível medir rapidamente o diâmetro e a distância entre discos na própria grade.

Neste contexto, observa-se que, para determinar o peso por disco basta dividir o peso total da grade pelo número de discos. Toda essa carga é aplicada no solo pela borda dos discos, que apresentam área de contato muito pequena. Como a compactação do solo é realizada pela pressão exercida sobre o mesmo, e a pressão nada mais é do que massa sobre área, todo peso da grade está distribuído em uma pequena área (bordas dos discos).

Em 2007, Stolf sugeriu uma nova classificação, a da grade ultraleve. Ele também eliminou o parâmetro peso/disco, assim a classificação ficou baseada apenas em medidas realizadas diretamente na grade, como a distância entre os discos e o diâmetro dos discos.

**Figura 80** – Grade de discos ultraleve.

Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

Sobre as grades ultraleves, Stolf (2007) comenta que estas apresentam menores distâncias entre os discos e menores diâmetros, sendo que seu trabalho produz torrões menores e aprofundam pouco no solo. Este tipo de grade normalmente é montado no sistema hidráulico dos tratores.

**Tabela 2**– Nova proposta de classificação de grades agrícolas.

Classes	Distância entre discos (Centímetros)	Diâmetro do disco (Polegadas)	Finalidade
Grade ultraleve	18	18	Limpeza do mato nas entrelinhas de soqueiras de cana-de-açúcar e de pomares cítricos (nestes sem causar muitos danos às raízes), eliminação de ervas daninhas a pequena profundidade. Redução do tamanho dos torrões para maior efeito do herbicida de pré-emergência.
Grade leve	20	20	Nivelamento e destorroamento como operação final de acabamento do preparo de solo em cereais.
	23	24	Nivelamento e destorroamento como operação final de acabamento do preparo de solo em cana-de-açúcar.
Grade média	27	28	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	34	32	Preparo de solo mais profundo em culturas como a cana-de-açúcar (primeira gradagem) e terras virgens.
Grade superpesada	45	36	Idem ao anterior, porém em situações de maior dificuldade de penetração e corte de restos vegetais.

Fonte – Stolf, 2007.

Segundo Marquez (2004), a distância entre discos pode determinar sua utilização:

- Grades com distância entre discos de 18 cm: são recomendadas para uso em preparo secundário sobre solo arado com pouco resíduo vegetal, ou num solo extremamente duro;
- Grades com distância entre discos de 23 cm: podem ser usadas para operações convencionais como picar resíduo vegetal, para a incorporação de fertilizantes e corretivos e para a semeadura de grãos miúdos;
- Grades com distância entre discos de 28 cm: podem ser utilizadas para trabalhos profundos com grande quantidade de resíduos vegetais e preparo para semeadura em solos com facilidade de pulverização;
- Grades com distância entre discos de 33 cm ou mais: são utilizadas em trabalhos de grande profundidade em condições extremas de solo, presença de resíduos vegetais e no preparo primário do solo.

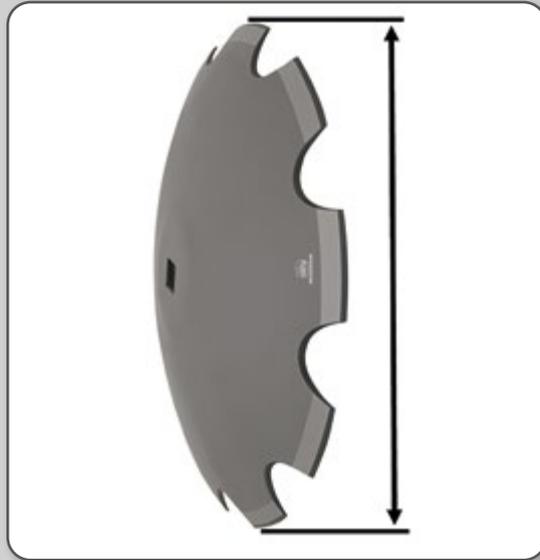
**Figura 81** – Distância entre os discos da grade.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Todas as grades com diâmetros de 34 ou 36 polegadas são classificadas como grades superpesadas (normal 36"). Uma grade com discos de 32" de diâmetro e 44 cm entre discos pode ser classificada como superpesada, contudo, se a distância entre discos for modificada para 34 cm, por exemplo, passa a ser uma grade pesada.

**Figura 82** – Diâmetro dos discos da grade.

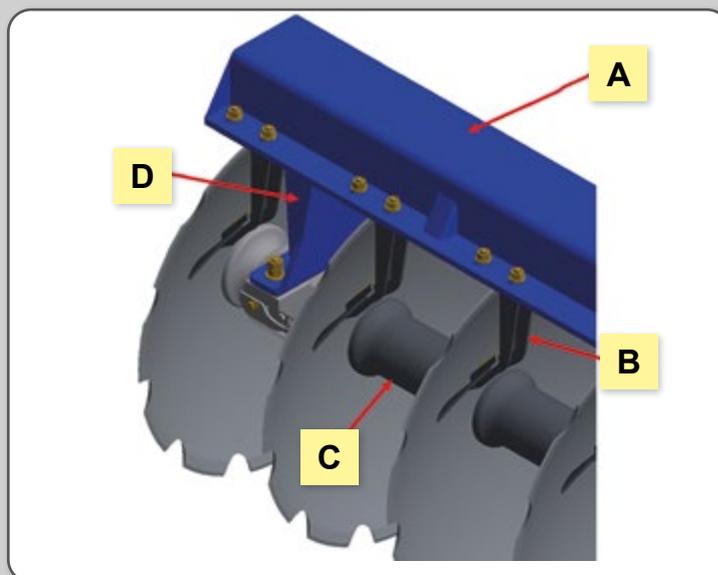


**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

## 5.2 CONSTITUIÇÃO DAS GRADES AGRÍCOLAS

As grades de discos são constituídas por chassi, seções de discos, limpadores dos discos, colunas, mancais, espaçadores e rodas de transporte em alguns modelos.

**Figura 83** – Representação do A) chassi, B) limpador de discos, C) espaçador e D) coluna.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

### 5.2.1 Chassi

O chassi é a parte estrutural e que dá sustentação à grande maioria dos componentes da grade: é onde estão, no caso das grades montadas, os pontos de acoplamento ao SH3P do trator ou o cabeçalho, no caso das grades de arrasto, para acoplamento à barra de tração do trator.

### 5.2.2 Limpador de discos

Se a grade possuir limpadores de discos, cada disco possui um limpador próprio e estes normalmente são fixados no chassi.

Utilizam-se limpadores de discos para trabalhos em solos mais pegajosos ou com grande quantidade de resíduos vegetais. Ajuste os limpadores conforme recomendações do manual do fabricante, para que os mesmos tenham eficiência na limpeza dos discos.

### 5.2.3 Espaçador de discos

Os discos devem estar espaçados uns dos outros sempre com a mesma medida, normalmente de 18 a 45 cm entre discos. Para tal, são utilizados os carretéis espaçadores, usualmente de ferro fundido, com os lados no formato dos discos: estes são montados entre os discos no eixo e giram junto aos discos.

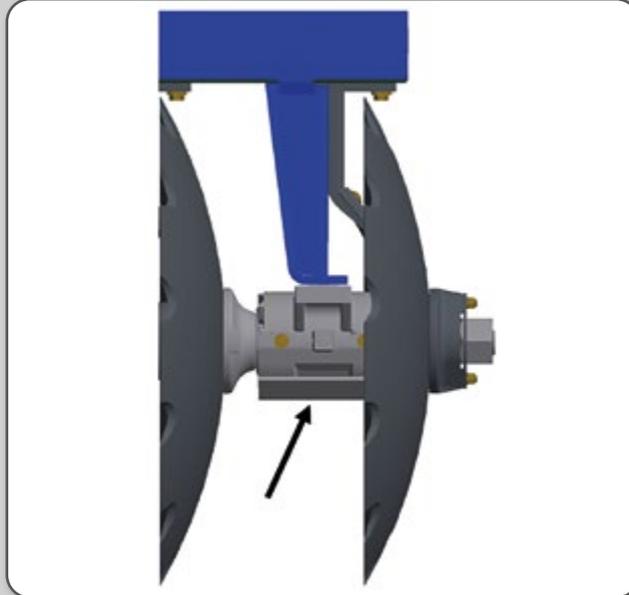
### 5.2.4 Coluna

As colunas fazem a ligação da seção da grade ao chassi. Dependendo da largura da seção da grade têm-se duas ou mais colunas, que se conectam às seções por meio de mancais.

### 5.2.5 Mancal

Para possibilitar a rotação de toda a seção de discos são necessários pelo menos dois mancais, que são apoios fixos para os eixos.

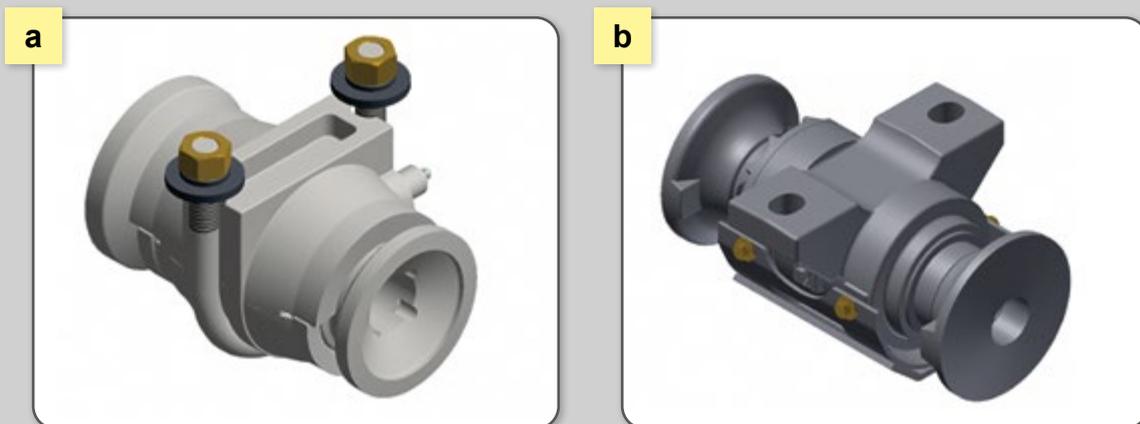
**Figura 84** – Detalhe do mancal da grade entre os discos.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Portanto, os mancais são componentes de máquinas que asseguram movimento rotativo entre duas superfícies, com baixo nível de atrito. Os mancais mais comuns apresentam estrutura de ferro fundido ou aço e podem ser de atrito (deslizamento), que exigem manutenção diária com graxa e apresentam alto nível de ruído, porém, seu custo é relativamente baixo em relação ao mancal de rolamento.

**Figura 85** – Mancais: A) atrito e B) rolamentos.



**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

Existem também mancais blindados de lubrificação permanente. Os mancais devem possuir a mesma largura que os carretéis espaçadores, pois estão posicionados entre dois discos e o espaçamento entre os discos deve ser sempre igual.

### 5.2.6 Seção de discos

As seções dos discos das grades são as partes fundamentais para o trabalho das mesmas. As seções são compostas por um eixo, geralmente quadrado, com dimensões entre 2,5 a 6 cm, que tem como uma das finalidades não permitir que os discos girem sobre o mesmo.

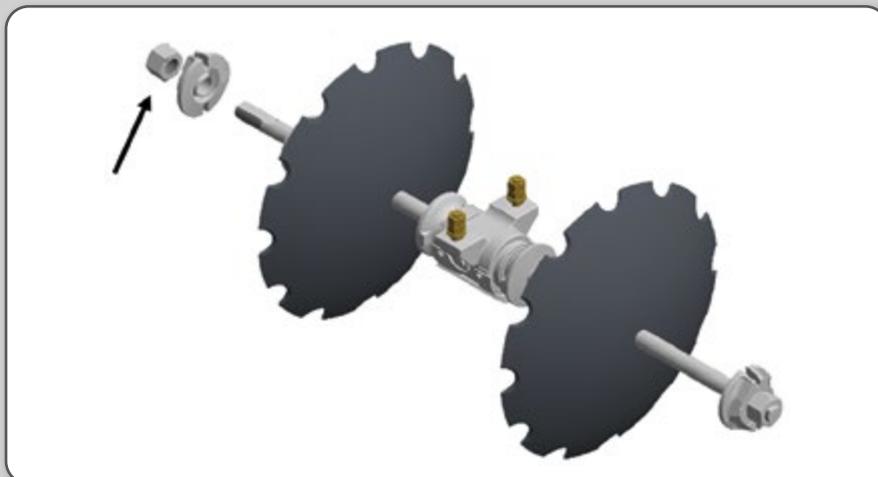
**Figura 86** – Representação de uma seção de discos recortados.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

A seção de discos da grade estará completa quando todos os discos, adequadamente espaçados, estiverem presentes no eixo. Dessa forma, deve-se fazer o aperto final por meio das porcas nas extremidades do eixo.

**Figura 87** – Representação da porca para aperto final da seção da grade.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

### 5.2.7 Rodas de transporte e controle de profundidade

As rodas normalmente estão posicionadas entre as seções de discos e podem ser utilizadas para transporte ou, em alguns casos, regular a profundidade de trabalho. Grades que possuem grande largura de corte, quando em posição de transporte, possuem cilindros hidráulicos que fazem com que as laterais dobrem para dentro, facilitando assim o transporte em estradas.

**Figura 88** – Grade utilizando as rodas para transporte com as seções de disco recolhidas.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

Para as grades de arrasto que não possuem rodas de transporte é possível movimentá-las de um local para outro posicionando os discos paralelos à direção do trator, desta maneira eles vão apenas girar e não vão penetrar no solo.

**Figura 89** – Grade fechada com as seções de discos para transporte.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

As grades menores normalmente são acopladas ao sistema hidráulico de três pontos do trator, dessa forma, seu transporte se dá por carregamento da mesma.

**Figura 90** – Grade acoplada no SH3P do trator em posição de trabalho.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

### 5.3 REGULAGENS DAS GRADES AGRÍCOLAS

As grades de discos utilizadas normalmente já vêm de fábrica com o peso, o diâmetro, espaçamento e a concavidade dos discos definidos pelo fabricante. No entanto, além do acoplamento do equipamento e da preparação do trator, são necessárias algumas regulagens na grade como o ângulo, deslocamento lateral, posicionamento dos discos entre as seções dianteira e traseira e a profundidade de trabalho.

#### **!** ATENÇÃO

Antes de iniciar as regulagens, a leitura atenta das instruções do manual do equipamento é de fundamental importância, pois cada fabricante pode apresentar regulagens específicas para os diversos modelos de grades existentes, diferentes das regulagens genéricas apresentadas neste manual.

A utilização de grades aradoras demanda alta força de tração do trator. Desta maneira, o trator deve estar com a distribuição de peso entre os eixos dianteiros e traseiros adequada. A lastragem pode ser feita pela adição ou retirada de peso do trator, por meio de lastros metálicos ou da inserção de água nos pneus.



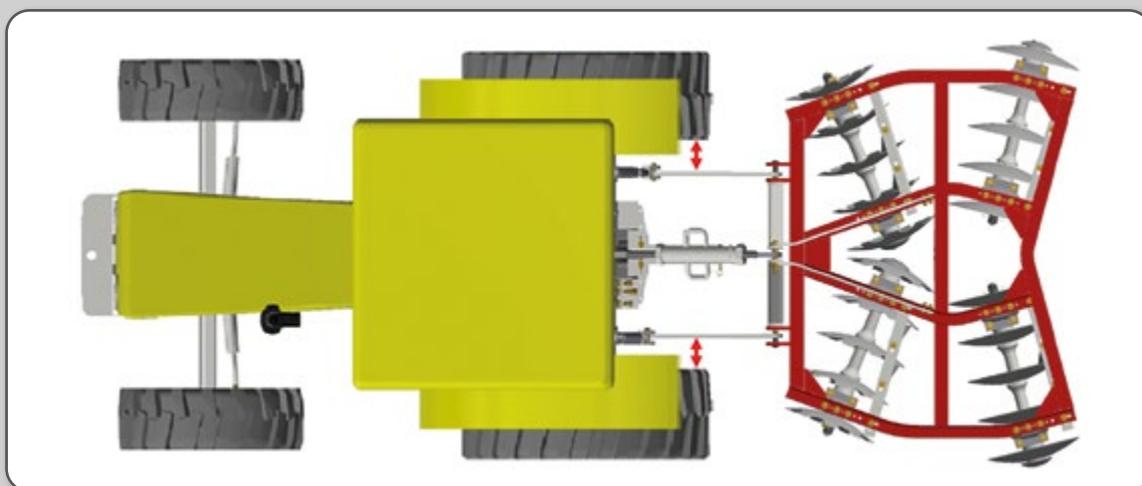
#### PARA SABER MAIS

Para maiores informações sobre a adequação do peso do trator, consulte o material de treinamento de **operação de tratores agrícolas** do SENAR AR/PR.

### 5.3.1 Acoplamento

O acoplamento tanto para as grades montadas como para as de arrasto segue o mesmo procedimento dos arados reversíveis. Logo após o acoplamento das grades montadas, deve-se proceder com a centralização e os nivelamentos transversal e longitudinal da grade, procedimentos estes que também podem ser revistos no capítulo de arados reversíveis.

**Figura 91** – Representação da centralização da grade em relação ao trator.

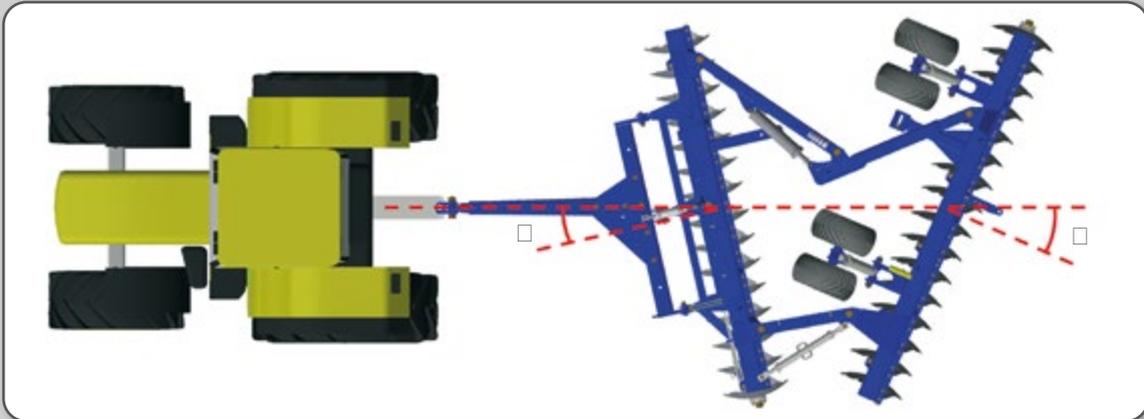


**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

### 5.3.2 Ângulos das seções da grade

A mudança do ângulo das seções da grade em relação ao sentido de deslocamento do trator influencia diretamente na penetração dos discos e na profundidade de trabalho. Conforme se aumenta o ângulo das seções da grade, maior será a penetração e a profundidade da gradagem e vice-versa.

**Figura 92** – Ângulos horizontais ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) das seções nas grades deslocadas.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

a) Grade de discos de dupla ação deslocadas (*Off set*)

As grades deslocadas (*Off set*) são de arrasto, permitem a regulação do ângulo horizontal das seções dianteiras e traseiras. O ângulo da seção dianteira nunca deve ser maior que o da traseira. O aumento do ângulo horizontal proporciona maior profundidade de trabalho e, conseqüente, maior deslocamento lateral do solo. No entanto, também ocorre aumento na demanda de força de tração pelo trator.

A regulação do ângulo horizontal da seção de discos traseira da grade pode ser realizada por meio de cilindros hidráulicos com acionamento direto da plataforma do operador do trator.

**Figura 93** – Grade com cilindro hidráulico para regulação do ângulo horizontal.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

Outra forma de alterar o ângulo horizontal da seção de discos traseira é de maneira mecânica manual, neste caso, deve-se soltar a trava da barra de regulagem e deslocar o trator para frente ou para trás até encontrar o ângulo desejado.

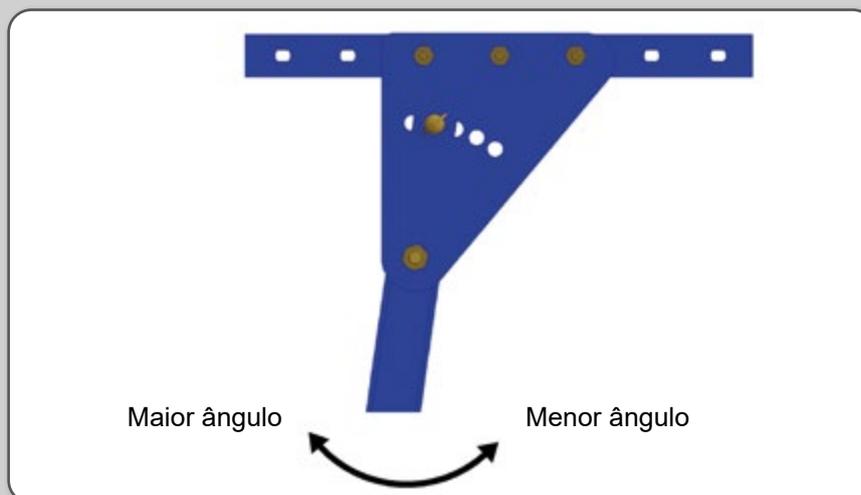
**Figura 94** – Grade com sistema mecânico manual para regulagem do ângulo horizontal.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

Para as grades deslocadas também é necessária a regulagem do ângulo da barra de tração. Com esta regulagem alteramos o ângulo da seção da frente da grade.

**Figura 95** – Ângulo da barra de tração.



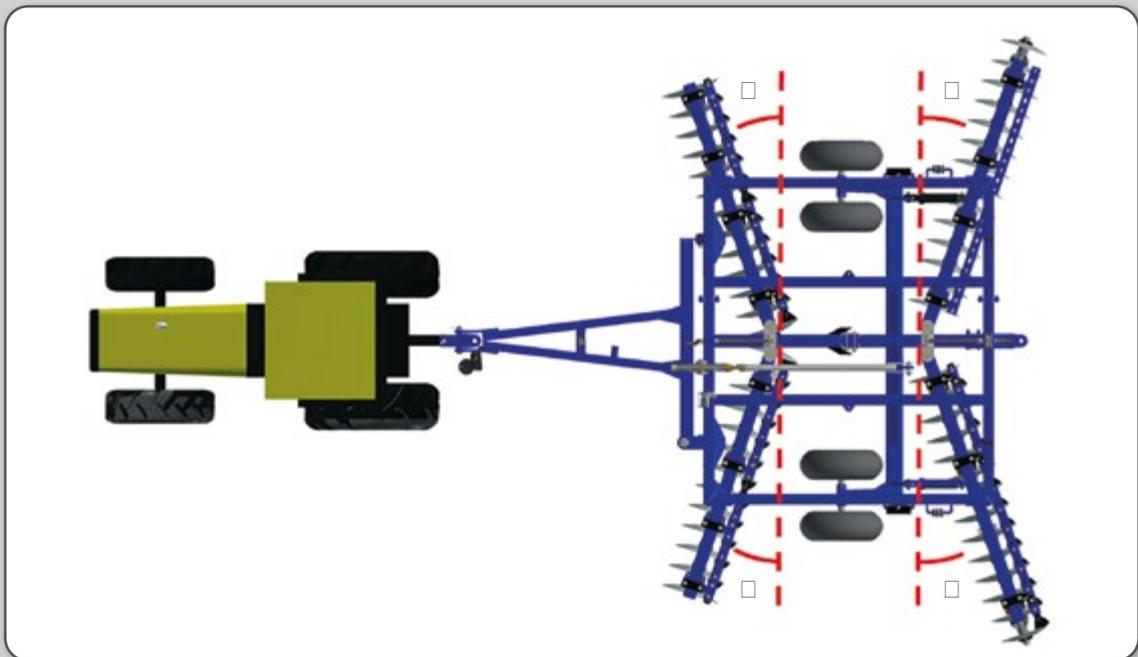
Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

b) Grade de discos de dupla ação em tandem

Neste modelo de grade, a regulagem dos dois ângulos horizontais da seção dianteira ( $\alpha$ ) deve ser igual. O mesmo para os ângulos da seção traseira ( $\beta$ ). Consulte o manual do fabricante para proceder com esta regulagem.

O aumento dos ângulos proporciona maior penetração e profundidade de trabalho da grade no solo. Em solos leves e soltos deve-se trabalhar com menor ângulo das seções.

**Figura 96** – Ângulos horizontais das seções nas grades em tandem.

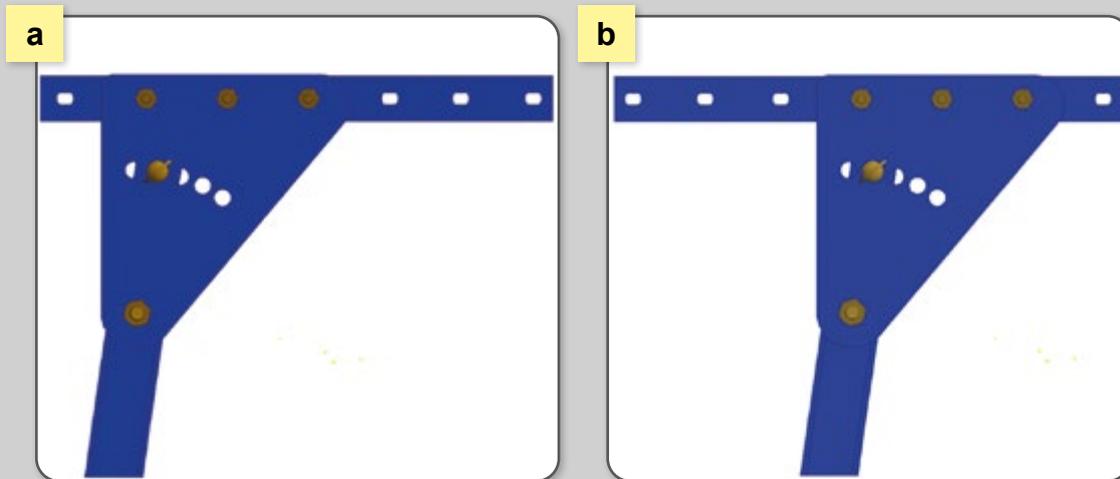


**Fonte** – Tatu Marchesan, 2019.

### 5.3.3 Deslocamento lateral da grade

Algumas grades podem trabalhar deslocadas para a esquerda ou direita. Para tanto, a regulagem é realizada na fixação do cabeçalho da grade ao chassi. Quando a fixação dos parafusos é realizada para o lado esquerdo, desloca-se a grade para o lado direito e vice-versa. Lembrando que a designação dos lados é sempre vendo a grade por trás.

**Figura 97** – Deslocamento lateral da grade: A) Grade deslocada para a esquerda e B) Grade deslocada para a direita.

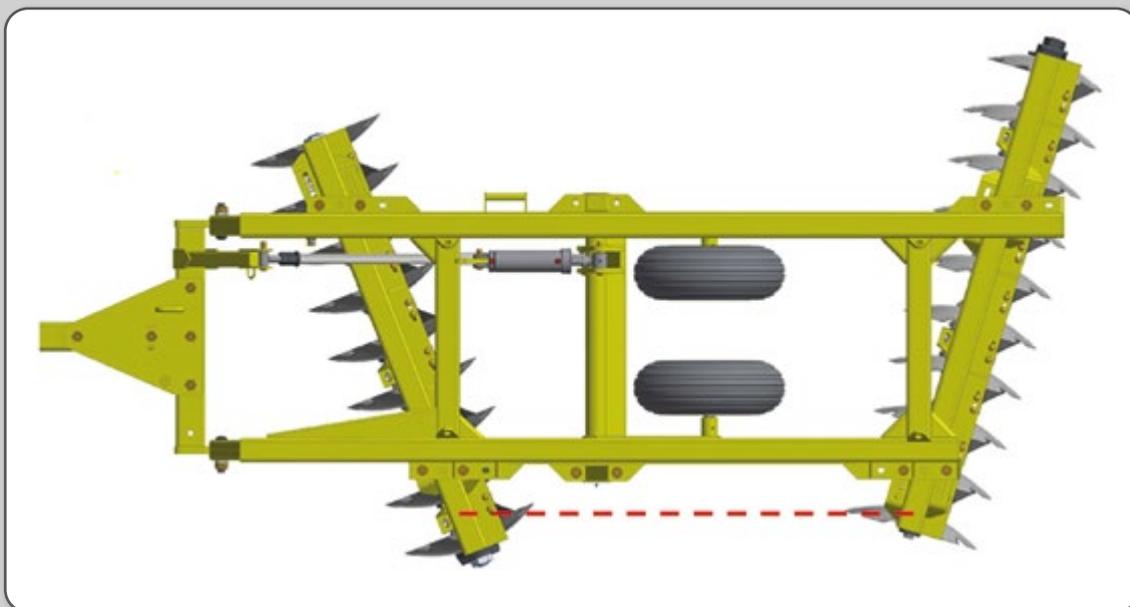


Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

#### 5.3.4 Alinhamento dos discos entre as seções

Para que as grades operem com eficiência é fundamental que, nas grades de dupla ação, os discos da seção traseira trabalhem exatamente entre dois discos da seção dianteira e todos os discos, de ambas as seções, girem com a mesma rotação.

**Figura 98** – Posição dos discos entre as seções.

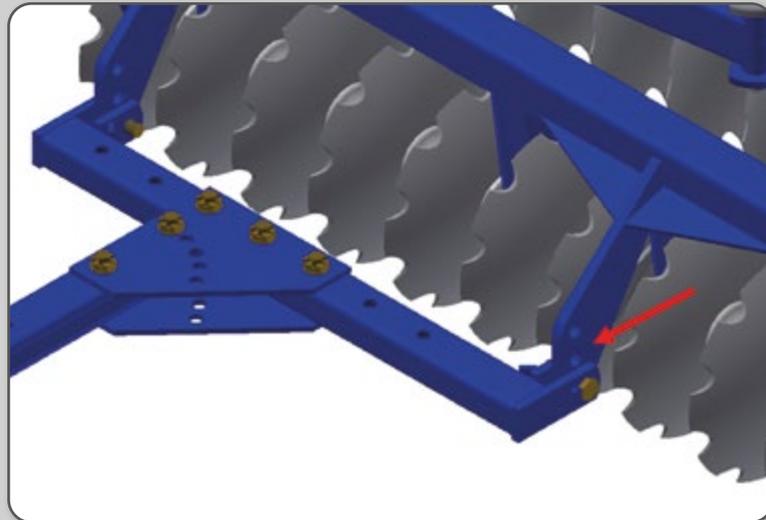


Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

### 5.3.5 Profundidade de trabalho

A profundidade de trabalho das grades é definida em função do seu peso, que já está definida desde sua fabricação, e ainda, como mencionado anteriormente, pelo ângulo das seções. No entanto, algumas grades permitem alterar a posição de acoplamento do cabeçalho no chassi. Quando da utilização deste recurso, a grade pode aprofundar mais (furo mais alto), ou aprofundar menos (furo mais baixo).

**Figura 99** – Regulagem da profundidade da grade pelo cabeçalho.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

Nas grades que possuem pneus, estes também podem ser usados como limitadores da profundidade. Neste caso, utilizam-se calços no cilindro hidráulico.

## 5.4 OPERAÇÃO DE GRADAGEM

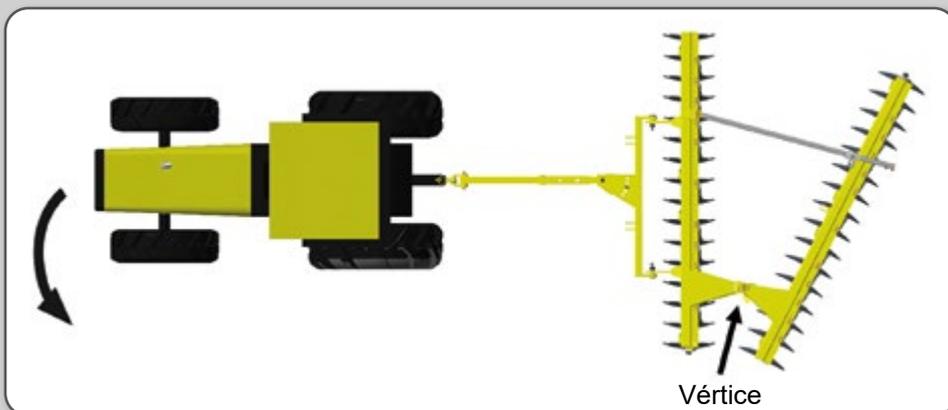
Antes de iniciar os procedimentos de gradagem, o operador obrigatoriamente deve consultar o manual de instruções do equipamento, é lá que estão as instruções fundamentais para o melhor rendimento do trabalho.

### **!** ATENÇÃO

Consulte no manual da grade qual é a demanda de potência exigida para tracioná-la e verifique se o trator apresenta tal potência.

Durante a operação de gradagem, sempre que a grade não possuir rodado de transporte, a realização das curvas durante as manobras deve ser feita pelo lado do vértice das seções.

**Figura 100** – Manobra com grade sem rodado de transporte.



Fonte – Tatu Marchesan, 2019.

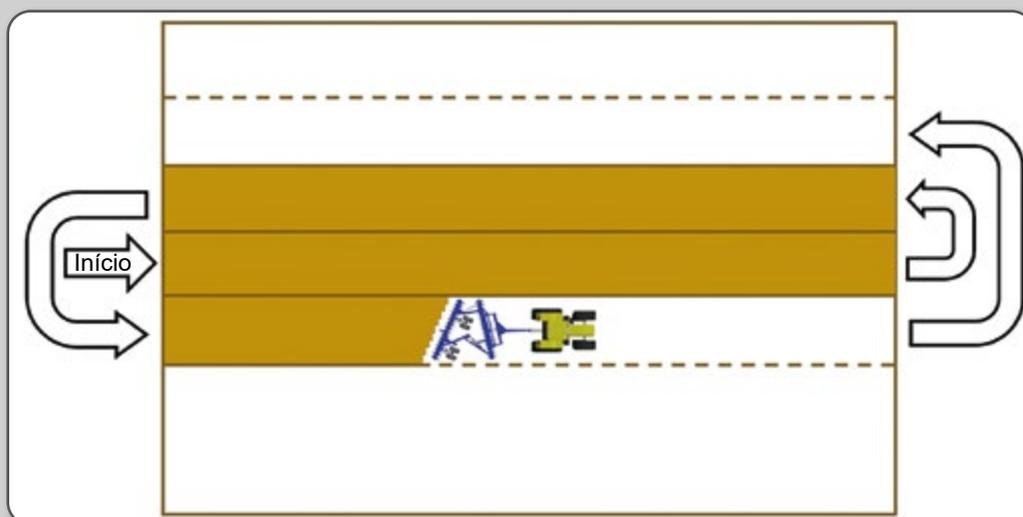


### PRECAUÇÃO

Nunca manobre grades tandem nem pela esquerda, nem pela direita, quando a mesma está no chão, pois o ângulo formado pelas seções (duplo *off set*), passa a receber um grande esforço no seu vértice. Para isso, utilize as rodas de transporte.

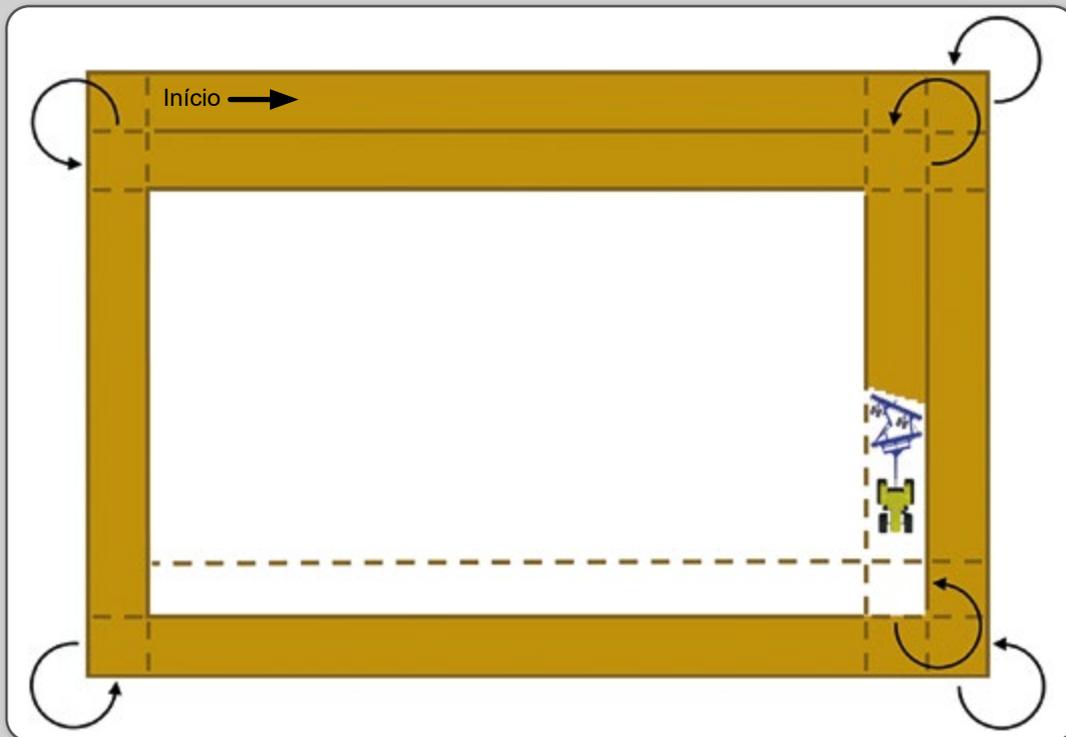
A gradagem pode ser realizada de dentro para fora ou de fora para dentro da área e o solo gradeado deve estar sempre à esquerda do operador.

**Figura 101** – Gradagem de dentro para fora em talhão retangular.



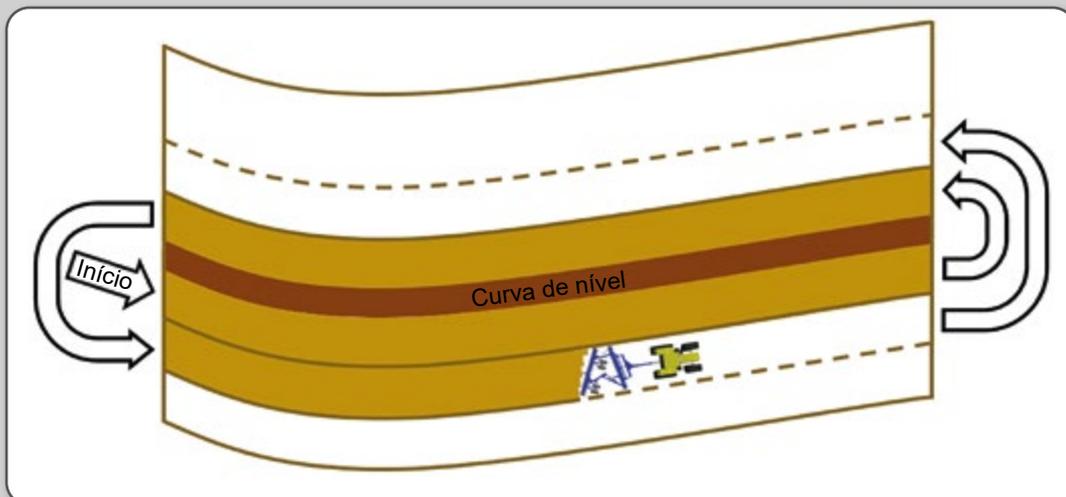
Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

**Figura 102** – Gradagem de fora para dentro em talhão retangular.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

**Figura 103** – Gradagem em curva de nível.



**Fonte** – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

**ATENÇÃO**

A barra de tração do trator pode ser deixada livre, para oscilar lateralmente e aumentar o raio de giro do conjunto trator e grade. Neste caso, tomar cuidado para que a grade não toque nos pneus do trator ao fazer curvas fechadas.

### 5.4.1 Velocidade de trabalho

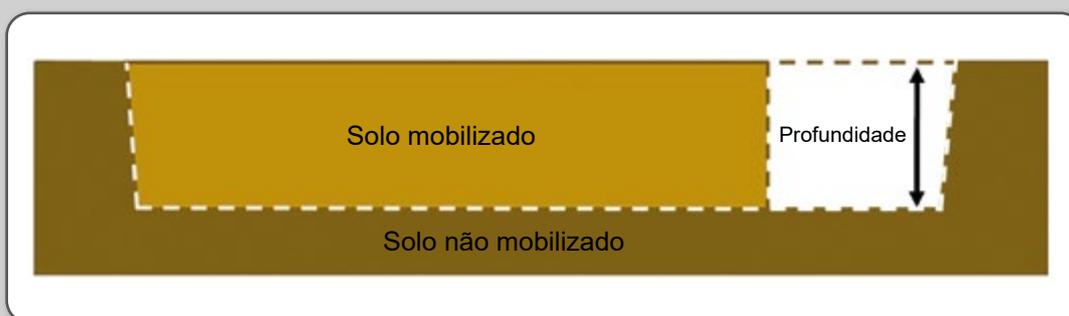
Segundo Stolf (1986b), a velocidade de trabalho das grades está relacionada com a demanda de força, que aumenta em função da profundidade de trabalho, ou seja, para as grades pesadas, que trabalham em maior profundidade a velocidade de trabalho deve estar próxima de 5,0 a 6,5 km/h.

Já para as grades médias a velocidade de trabalho fica ao redor de 7,0 a 9,0 km/h e nas grades leves, que trabalham a profundidades menores a velocidade pode estar entre 10,0 e 13,0 km/h.

### 5.4.2 Profundidade de trabalho

A profundidade de trabalho da grade pode ser definida pelo ângulo de abertura das seções, posicionamento do cabeçalho e pelo seu peso. Para conferir se a profundidade está adequada ao que se deseja para a operação, após uma passada da grade, retirar o solo já mobilizado em uma pequena área na lateral da passada e medir a distância do fundo da passada até a superfície do solo não mobilizado.

**Figura 104** – Visão da profundidade de trabalho em uma seção transversal à passada.



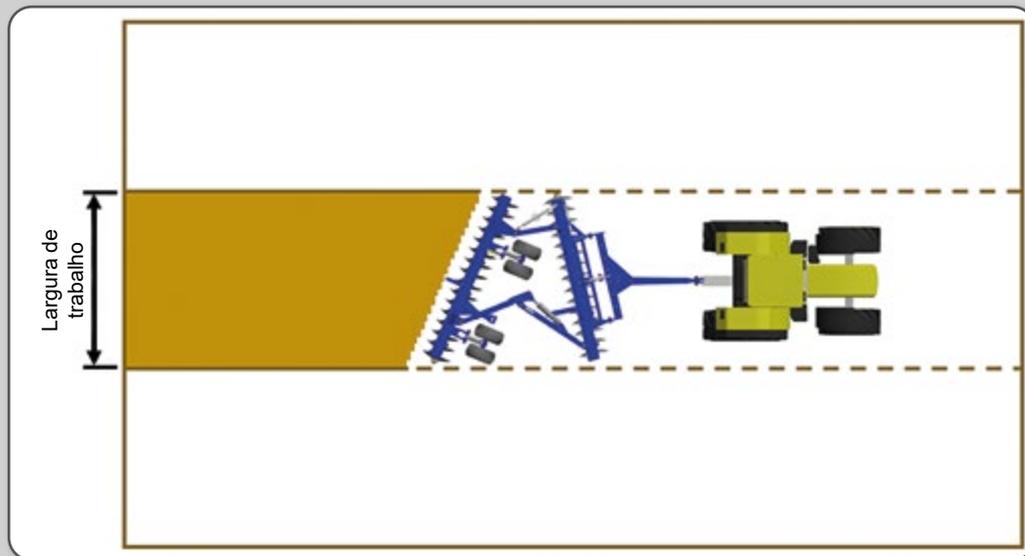
Fonte – SENAR AR/PR, 2019.

Regular a profundidade utilizando os procedimentos descritos no capítulo de regulagens, caso esta não esteja adequada.

### 5.4.3 Largura de trabalho

A largura de trabalho da grade é a distância perpendicular à passada da grade e engloba toda a faixa de solo efetivamente mobilizada por ela. Pode ser medida com o auxílio de uma trena entre os dois extremos, esquerdo e direito, da passada da grade.

**Figura 105** – Medida da largura de trabalho perpendicular à passada da grade.



Fonte – Adaptado de Tatu Marchesan, 2019.

## 5.5 MANUTENÇÃO DAS GRADES

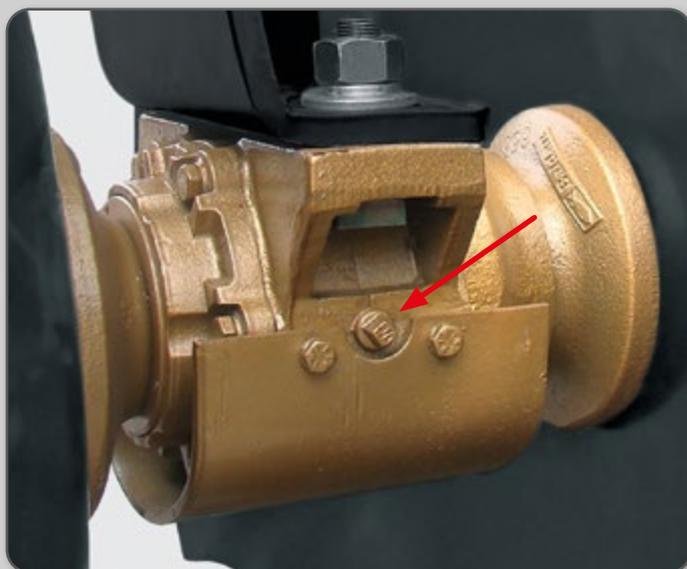
Na manutenção das grades deve-se seguir rigorosamente o que foi descrito no item manutenção dos arados no que diz respeito às manutenções preventivas e corretivas, no entanto, especificamente para as grades, os seguintes cuidados devem ser tomados: atentar para pontos de lubrificação de mancais, cilindros hidráulicos, cubos das rodas, articulações e, também, a calibragem dos pneus. Diariamente reapertar porcas e parafusos.

### ! ATENÇÃO

Consulte o manual da grade para saber quais são as recomendações de manutenção do fabricante específicas para o equipamento em questão, bem como quais lubrificantes devem ser utilizados.

Dependendo do modelo da grade, os mancais podem ser lubrificados com graxa ou com óleo. Caso o mesmo seja lubrificado com óleo, faça a conferência do nível periodicamente e, se necessário, adicione mais. Atente-se também aos períodos de troca do óleo, sempre utilizando o óleo recomendado pelo fabricante.

**Figura 106** – Bujão de conferência de nível de mancal banhado à óleo.



Fonte – Baldan, 2019.

Os discos devem ser constantemente avaliados e substituídos quando houver um baixo rendimento dos mesmos, devido principalmente pela redução do seu diâmetro, perda de corte e outros danos provenientes do trabalho.

Verifique as demais peças móveis da grade e, caso notar desgaste, substitua por peças novas.

Em períodos inativos, lave a grade, retoque pontos de pintura faltantes, proteja os discos com óleo, lubrifique todas as graxeiras e guarde a grade em local coberto e seco. Ao desacoplar a grade, evite que os discos fiquem em contato direto com o solo.

## 6 RENDIMENTO DOS EQUIPAMENTOS

Para uma utilização adequada dos conjuntos tratorizados é importante saber conceitos de capacidade efetiva e operacional, isso ajudará no planejamento e na organização da frota de trabalho.

### 6.1 CAPACIDADE EFETIVA

A capacidade efetiva ( $C_e$ ) de um conjunto tratorizado é o tempo em que a operação é realizada, sem levar em conta os tempos de paradas e manobras (MIALHE, 1974).

$$C_e = \frac{L \times V}{10} = \text{ha/h}$$

Onde:

L – Largura de trabalho do equipamento (m)

V – Velocidade média de trabalho (km/h)

10 – Fator de correção de unidades.

**Exemplo:** qual a capacidade efetiva de uma grade intermediária que possui largura de trabalho de 3,0 m e opera a uma velocidade de 8 km/h?

$$C_e = \frac{3 \times 8}{10} = \mathbf{2,4 \text{ ha/h}}$$

Portanto, a capacidade efetiva deste conjunto trator e grade é de 2,4 hectares/hora.

### 6.2 CAPACIDADE OPERACIONAL

A capacidade operacional ( $C_o$ ) é a quantidade de área trabalhada por hora de um conjunto tratorizado. No entanto, diferente da anterior, esta considera todo o tempo de trabalho, contando tempos de paradas como: almoço, regulagens, manutenção, abastecimentos e manobras (MIALHE, 1974).

$$C_o = \frac{L \times V \times e}{10} = \text{ha/h}$$

Onde:

L – Largura de trabalho do equipamento (m)

V – Velocidade média de trabalho (km/h)

e - Eficiência de campo (equipamentos de preparo do solo de 0,7 a 0,9)

10 – Fator de correção de unidades.

**Exemplo:** qual a capacidade operacional do mesmo equipamento exemplo anterior?

$$Co = \frac{3 \times 8 \times 0,8}{10} = 1,92 \text{ ha/h}$$

Portanto, a capacidade operacional deste conjunto trator e grade é de 1,92 hectares/hora.



#### VOCÊ SABIA?

Segundo Mialhe (1974) a eficiência (e), pode variar de acordo com as características da área e do equipamento com que se está trabalhando. Adotam-se eficiências maiores, próximas a 0,9, quando há pouca perda de tempo na execução do trabalho, ou seja, poucas manobras, poucas paradas para abastecimento do equipamento, poucas manutenções e regulagens. Adota-se eficiências menores, próximas a 0,7, quando há muita perda de tempo na execução do trabalho.

**Exemplo:** quanto tempo devo planejar de trabalho para uma operação agrícola de aração, utilizando um trator e um arado de discos cuja largura de trabalho está em 1,67 m e a velocidade de trabalho em 6 km/h? Considere que o equipamento está devidamente revisado, regulado e a área de 12 hectares possui um formato plano, regular e haverá revezamento de operadores, ou seja, a operação não vai parar para alimentação.

$$Co = \frac{1,67 \times 6 \times 0,9}{10} = 0,9 \text{ ha/h}$$

Portanto, para arar 12 hectares o tempo de trabalho será:

$$\text{Tempo} = \frac{12 \text{ ha}}{0,9 \text{ ha/h}} = 13,3 \text{ horas}$$

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O preparo do solo é necessário para propiciar condições favoráveis à germinação das sementes, pois as mesmas necessitam de contato íntimo com o solo para a absorção de água; também é essencial à emergência das plântulas, possibilitando que estas cheguem à superfície do solo naturalmente.

Preparar o solo leva o mesmo a maior aeração, com conseqüente melhor desenvolvimento radicular, melhor infiltração de água, incorporação de matéria orgânica e corretivos, entre outros.

No entanto, ao mobilizar o solo, ocorre maior desagregação do mesmo, assim, critérios rígidos devem ser seguidos, como a regulagem dos equipamentos de preparo do solo.

Todos os sistemas de preparo do solo têm sua importância, apresentam vantagens e desvantagens, dessa forma, a escolha deve levar em conta uma série de fatores, tais como: tipo de solo, clima, região, máquinas, cultura e até critérios socioeconômicos.

Os sistemas mais utilizados em nosso país são o **convencional**, composto basicamente por aração e gradagem, **reduzido ou conservacionista** que demanda o uso de escarificadores e o sistema **plantio direto**, em que o preparo do solo é realizado apenas na linha de semeadura com a haste sulcadora de adubo.

A utilização dos arados e grades deve preceder de uma leitura atenta do manual de instruções do equipamento, sabendo-se toda a constituição orgânica dos mesmos, suas regulagens e o modo de operação com segurança, além de executar manutenção criteriosa de todos itens. Dessa forma, o equipamento propicia maior qualidade na execução dos serviços com conseqüente aumento dos lucros para o produtor rural.

## REFERÊNCIAS

ASAE - American Society of Agricultural Engineers. **ASAE** EP291.1: standards engineering practices data. St. Joseph: ASAE, 1997. p.254-75.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2005. 310 p.

BALDAN. Arado de 5 discos reversível com reversão hidráulica. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

BALDAN. Arado de discos. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

BALDAN. Bujão de conferência de nível de mancal banhado à óleo. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

BALDAN. Cilindro hidráulico do arado reversível com acionamento mecânico hidráulico. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

BALDAN; IKEDA. Arados tricorpo A) e multicorpo B). *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

BRASIL. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Mecanização**: operação de tratores agrícolas. Brasília: SENAR, 2017. (Coleção SENAR; 177)

FILHO, A.G.D.S.; SANTOS, J.E.G.G.D. **Apostila de máquinas agrícolas**. Bauru: Unesp, 2001. Disponível em <http://wwwp.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf>. Acesso em 24 de agosto de 2020.

IKEDA. Arado de aivecas. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

IKEDA. Arado reversível. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

IKEDA. Implemento agrícola: arado de aiveca. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

IKEDA; TATU MARCHESAN. Ferramentas (órgãos ativos): A) Ponteira, B) Aiveca e C) Disco. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

LAVRALE. Máquina agrícola: enxada rotativa. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

- MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1974. 301 p.
- MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios e certificação**. Piracicaba: Fealq, 1996. 722 p.
- MIALHE, L.G. **Máquinas motoras na agricultura**. São Paulo: Edusp, 1980. v.1 e v.2.
- PADOVAN, L. A. **Operação de tratores agrícolas**. Curitiba: SENAR AR-PR, 2018. 196 p.
- STARA. Sistema radicular afetado pela compactação. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.
- STOLF, R. Grade leve, média, pesada e superpesada: classificação e função. *Álcool & Açúcar*, São Paulo, v.6, n.28, p.3644, maio/jun. 1986a.
- STOLF, R. Grades agrícolas: 4-nova classificação quanto à função no preparo do solo. **Revista ALCOOLbrás**, São Paulo, v. 114, p.69-72, 2007
- STOLF, R. Grades e seus tratores: exemplos práticos de seleção. *Álcool & Açúcar*, São Paulo, v.6, n.29, p.62-8, jul./ago. 1986b.
- STOLF, R., SILVA, J.J. Características de quatrocentos e trinta e um modelos de grades agrícolas. **STAB**, Piracicaba, v.14, n.5, p.18-31, maio/jun.1996.
- TATU MARCHESAN. Alteração da largura de corte dos arados de discos reversíveis. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.
- TATU MARCHESAN. Alteração da largura de corte dos arados de discos fixo. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.
- TATU MARCHESAN. Ângulo da barra de tração. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.
- TATU MARCHESAN. Ângulo horizontal ( $\alpha$ ) do disco no arado. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.
- TATU MARCHESAN. Ângulo vertical ( $\beta$ ) do disco do arado. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.
- TATU MARCHESAN. Ângulos horizontais ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) das seções nas grades deslocadas. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Ângulos horizontais das seções nas grades em tandem. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Aração com arado fixo em curva de nível de fora para dentro. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Aração com arado fixo em talhão regular de dentro para fora. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Aração com arado reversível em curva de nível de cima para baixo. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Arado de aivecas retangulares reversível com roda de controle de profundidade. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Arado de disco reversível com acionamento mecânico manual. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Arado fixo. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Arado montado. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Deslocamento lateral da grade: A) Grade deslocada para a esquerda e B) Grade deslocada para a direita. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Detalhe do mancal da grade entre os discos. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Determinação da largura de corte dos arados de discos. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Diâmetro dos discos da grade. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Disco esférico com detalhe da concavidade. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Distância entre os discos da grade. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Gradagem de dentro para fora em talhão retangular. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Gradagem de fora para dentro em talhão retangular. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Gradagem em curva de nível. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade acoplada no SH3P do trator em posição de trabalho. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade com cilindro hidráulico para regulagem do ângulo horizontal. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade com sistema mecânico manual para regulagem do ângulo horizontal. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade de discos de dupla ação (Grade deslocada ou *off set*). *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade de discos de dupla ação (Tandem). *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade de discos equipada com rodas de transporte. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade de discos ultraleve. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade destorroadora/niveladora no preparo do solo. *In*: FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade fechada com as seções de discos para transporte. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade pesada no preparo do solo. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Grade utilizando as rodas para transporte com as seções de disco recolhidas. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Lâmina circular. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Largura de corte do arado de aivecas. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Mancais: A) atrito e B) rolamentos. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Manobra com grade sem rodado de transporte. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Medida da largura de trabalho perpendicular à passada da grade. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Movimento da água no solo. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Nivelamento longitudinal. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Pino e contra pino. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Posição dos discos entre as seções. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Profundidade de aração. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Regulagem da profundidade da grade pelo cabeçalho. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Representação da centralização da grade em relação ao trator. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Representação da porca para aperto final da seção da grade. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Representação de uma seção de discos recortados. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Representação do A) chassi, B) limpador de discos, C) espaçador e D) coluna. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.

TATU MARCHESAN. Roda-guia. *In:* FURLANI, C. E. A.; ZERBATO, C. **Operação e manutenção de arados e grades**. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020.







**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL**

Administração Regional do Estado do Paraná

Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar

Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779

80010-010 - Curitiba - Paraná

e-mail: [senarpr@senarpr.org.br](mailto:senarpr@senarpr.org.br)

[www.sistemafaep.org.br](http://www.sistemafaep.org.br)



**Facebook**  
Sistema Faep



**Twitter**  
SistemaFAEP



**Youtube**  
Sistema Faep



**Instagram**  
[sistema.faepe](http://sistema.faepe)



**Linkedin**  
[sistema-faep](http://sistema-faep)



**Flickr**  
SistemaFAEP