

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

LER 432 MÁQUINAS AGRÍCOLAS

MANEJO CONSERVACIONISTA DO SOLO

Prof. Walter F. Molina Jr

DER/ESALQ - USP 2013

INTRODUÇÃO

PRODUÇÃO AGRÍCOLA
Sistema Solo-Água-Planta-Atmosfera

PREPARO DE SOLO
“CONVENCIONAL”

PROBLEMAS ENCONTRADOS NO PREPARO CONVENCIONAL:

- **Excessiva desagregação por mobilização;**
- **Mobilização frequente na mesma profundidade (monocultura);**
- **Trânsito de máquinas e implementos; tráfego intenso.**

CONSEQÜÊNCIA: COMPACTAÇÃO SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL

RESULTADOS:

- Erosão (de diversas formas);**
- Diminuição da matéria orgânica;**
- Redução das atividades microbiológicas e macrobiológicas (fauna).**

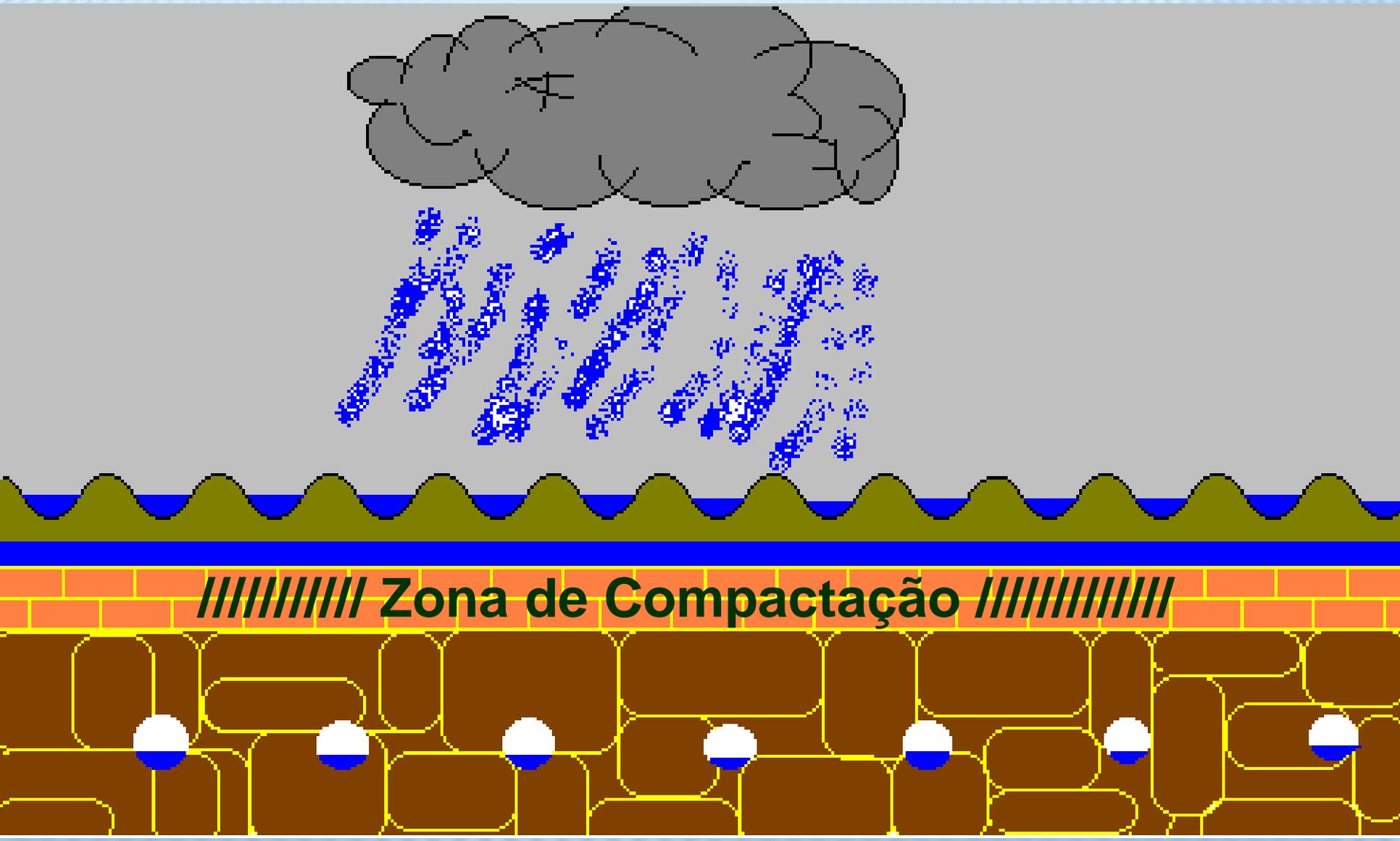
EFEITOS DO PREPARO DE SOLO

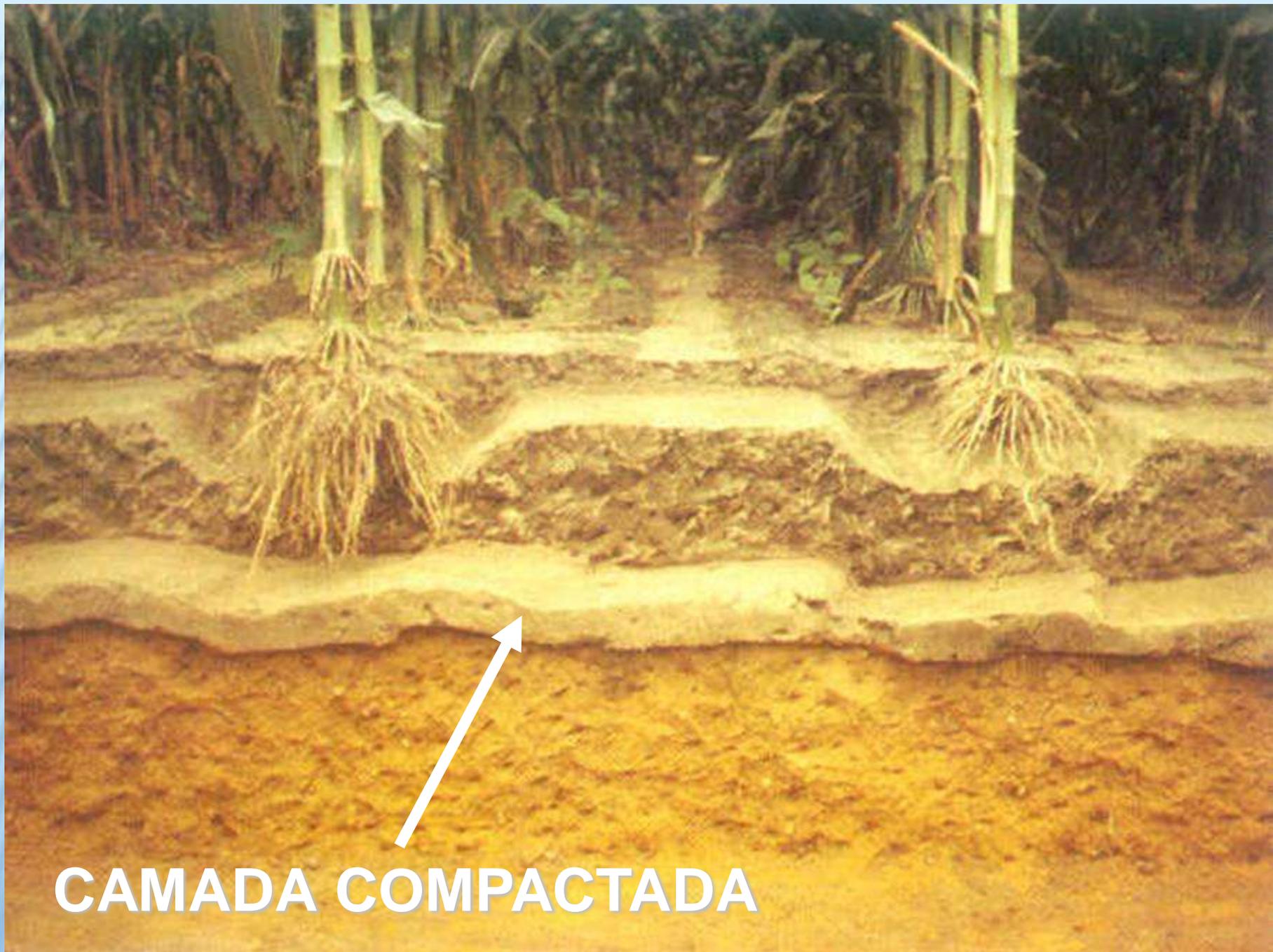


///////////////// Zona de Compactação //////////////////



EFEITOS DO PREPARO DE SOLO





CAMADA COMPACTADA

TRÁFEGO SOBRE O SOLO

COMPACTAÇÃO E DEGRADAÇÃO





COMPACTAÇÃO POR TRÁFEGO DE VEÍCULOS

IDENTIFICAÇÃO DA COMPACTAÇÃO:

Efeitos nas Plantas:

- **Emergência irregular;**
- **Desenvolvimento (tamanho) irregular;**
- **Folhas amareladas;**
- **Sistema radicular pouco profundo;**
- **Raízes mal formadas.**

IDENTIFICAÇÃO DA COMPACTAÇÃO:

Efeitos no Solo:

- Presença de crosta superficial;
- Camadas adensadas na subsuperfície;



IDENTIFICAÇÃO DA COMPACTAÇÃO:

Efeitos no Solo:

- Presença de crosta superficial;
- Camadas adensadas na subsuperfície;
- Água estagnada (empoçamento)



IDENTIFICAÇÃO DA COMPACTAÇÃO:

Efeitos no Solo:

- Presença de crosta superficial;
- Camadas adensadas na subsuperfície;
- Água estagnada (empoçamento)
- Erosão excessiva;
- Preparo raso;
- Superfície com grande quantidade de torrões.

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO

Trincheira: visual ou com auxílio de estilete;



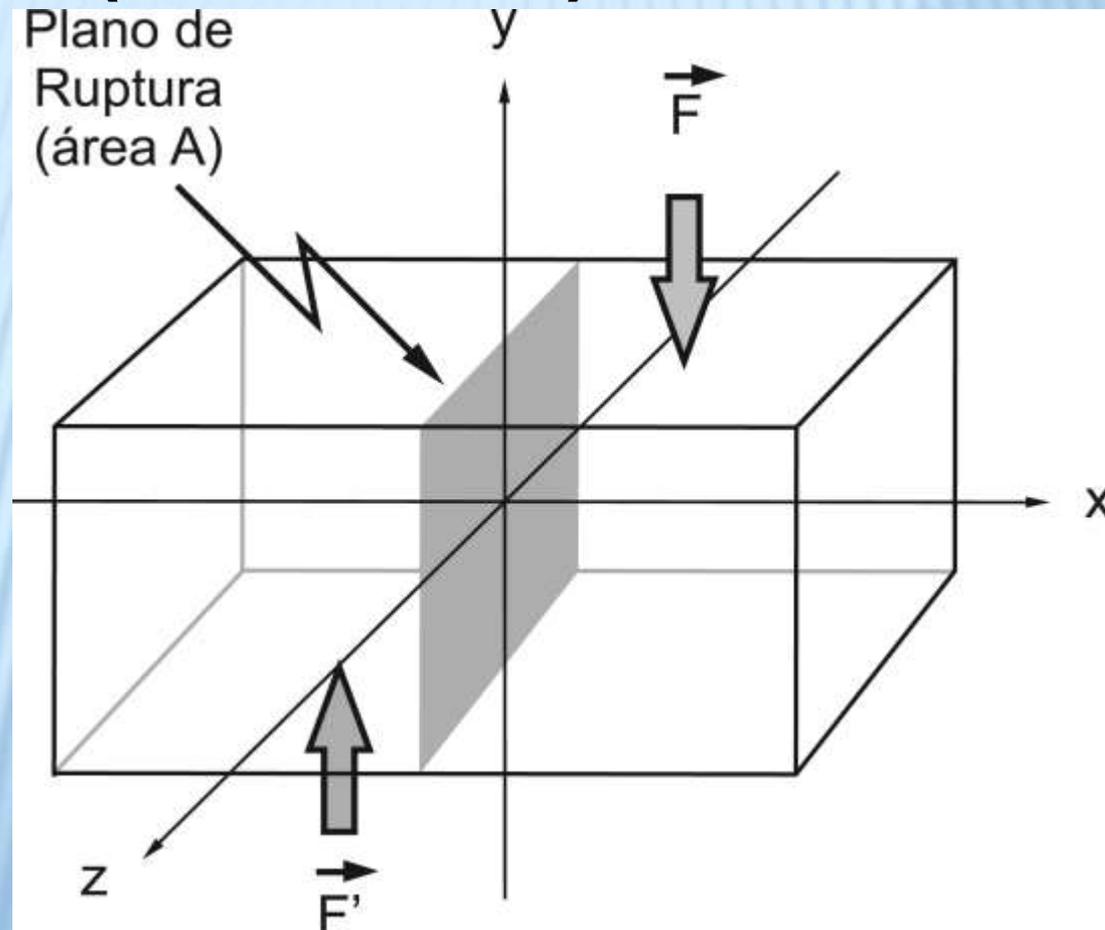
AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO

Densidade: relação massa/volume
(laboratório);



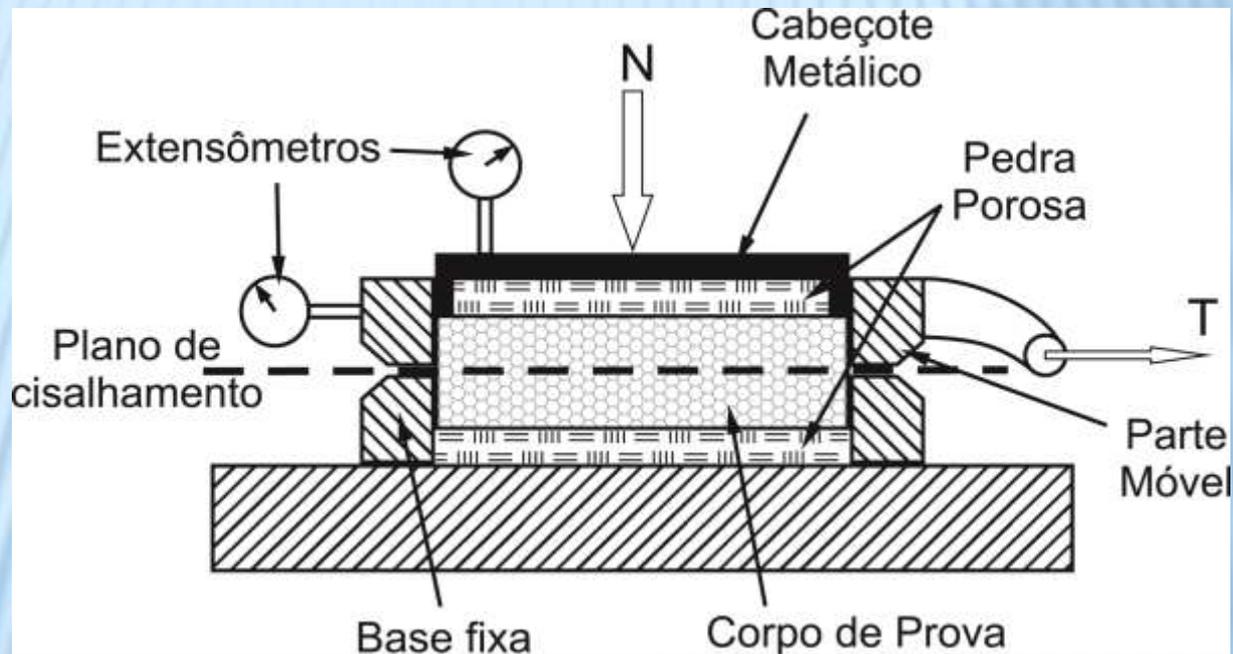
AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO

Resistência Mecânica: cisalhamento e deformação (laboratório);



AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO

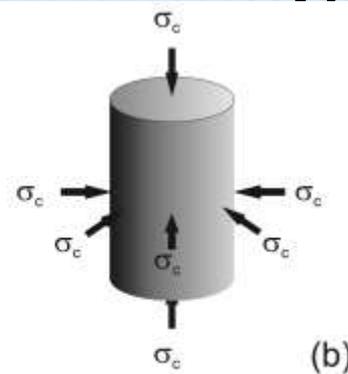
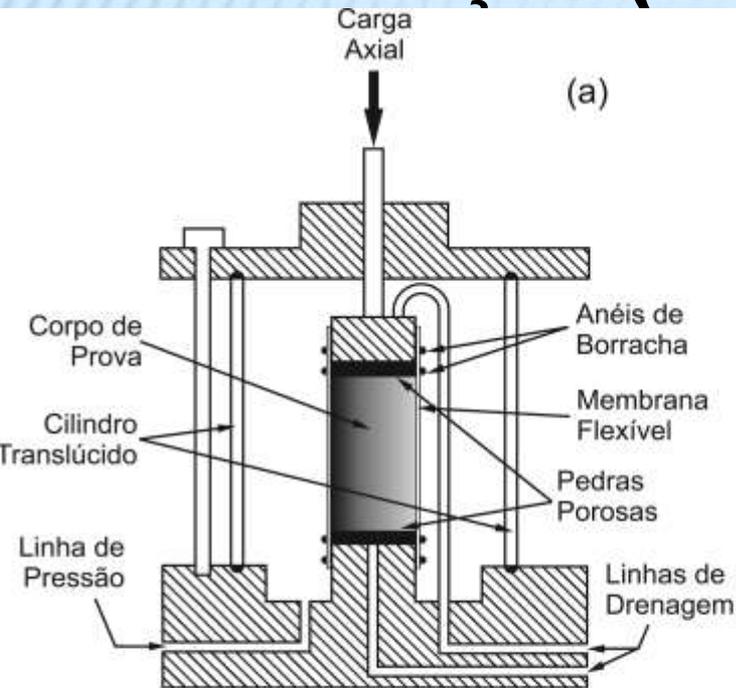
Resistência Mecânica: cisalhamento e deformação (laboratório);



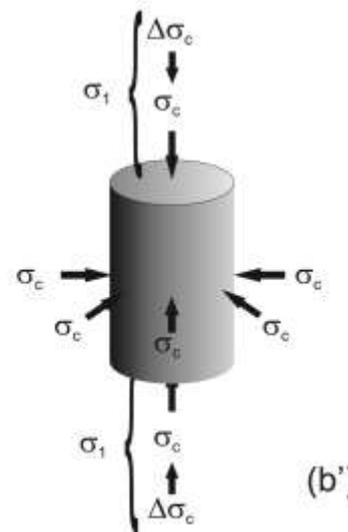
CISALHAMENTO DIRETO

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO

Resistência Mecânica: cisalhamento e deformação (laboratório);



ENSAIO DE COMPRESSÃO TRIAXIAL



(c)



(d)

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO

Resistência à penetração: penetrômetros e penetrógrafos.

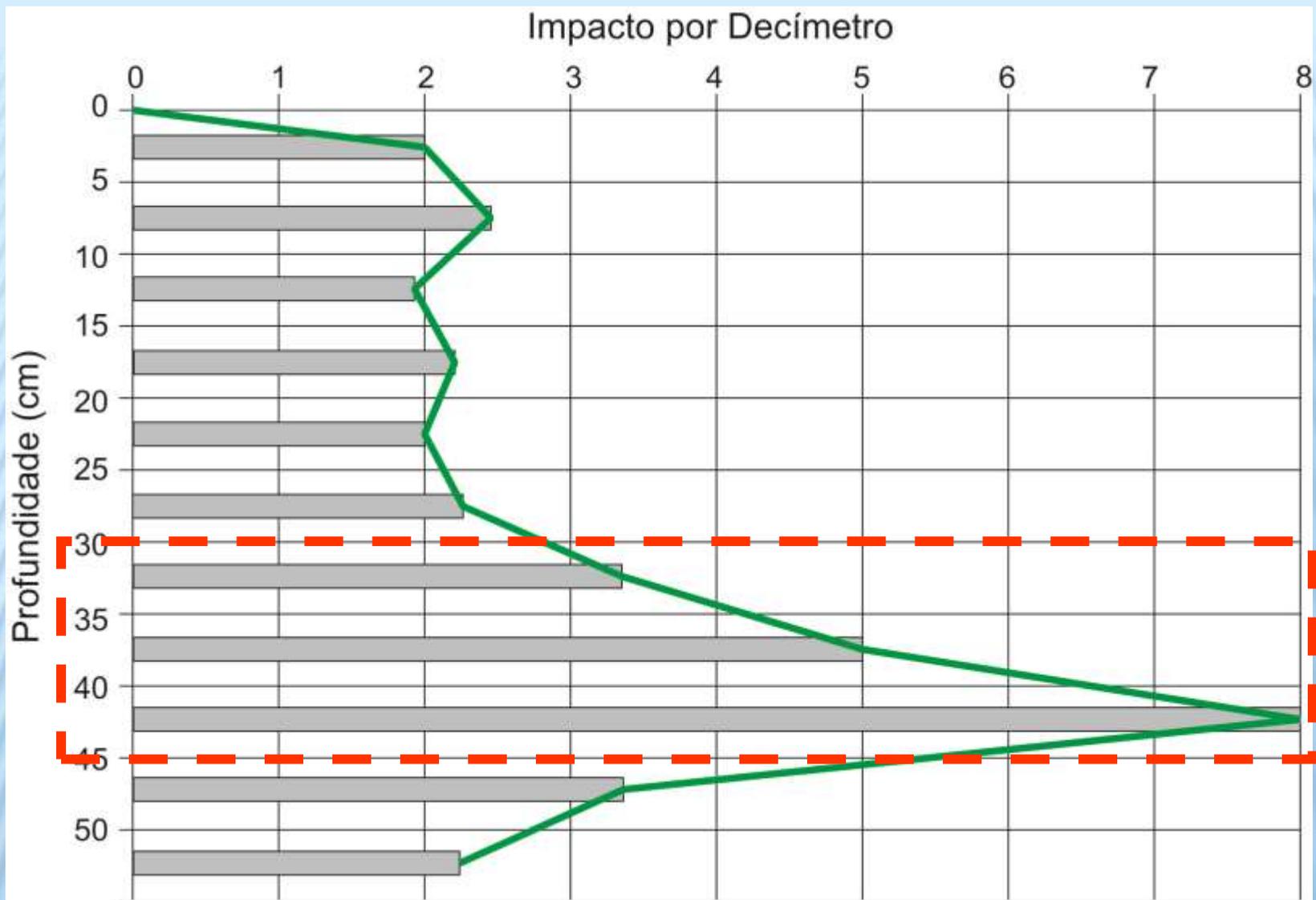


**PENETRÔMETRO
DE PRESSÃO
(LEITURA DIRETA)**

**PENETRÔMETRO
DE IMPÁCTO
(MAIS PRECISO,
EXIGE CÁLCULOS)**



PENETRAÇÃO (cm)	Nº DE IMPÁCTOS	PENETRAÇÃO (cm)	PENETRAÇÃO POR IMPÁCTO	IMPÁCTO POR dm
0-5	1	5,0	5,0	2,0
5-10	1	4,0	4,0	2,5
10-15	1	5,2	5,2	1,9
15-20	1	4,5	4,5	2,2
20-25	1	5	5	2,0
25-30	1	4	4	2,5
30-35	1	3	3	3,3
35-40	2	4	2	5,0
40-45	2	2,5	1,25	8,0
45-50	1	3	3	3,3
50-55	1	4,5	4,5	2,2



PROVÁVEL ZONA DE COMPACTAÇÃO
À PROFUNDIDADE DE 30 a 45 cm



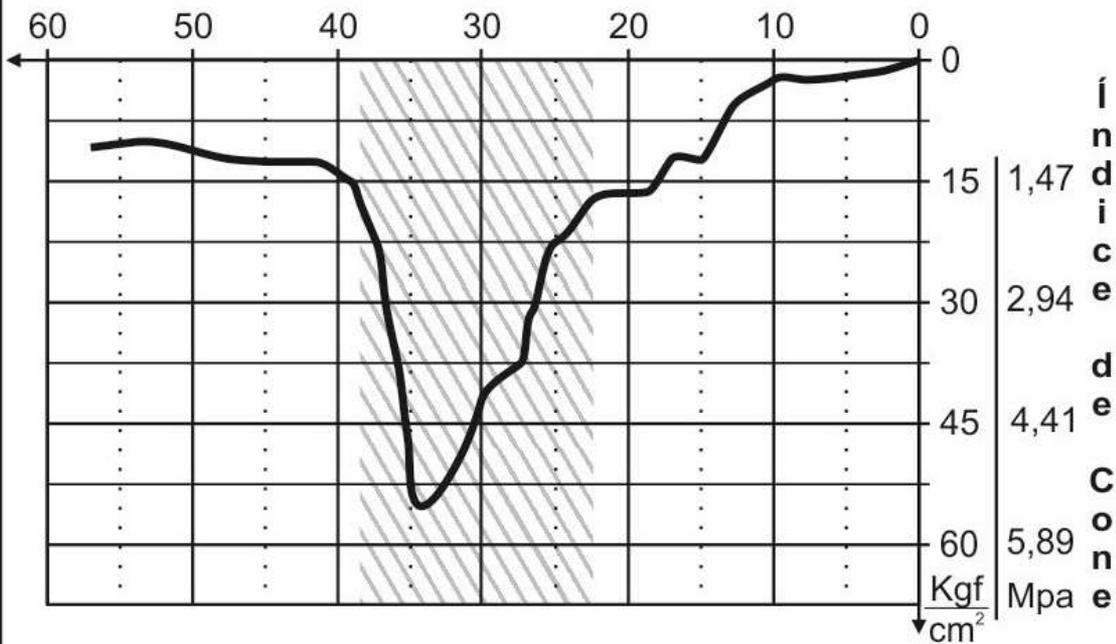
**GRÁFICO DE
RESISTÊNCIA À
PENETRAÇÃO**

PONTEIRA



ÍNDICE DE CONE

Profundidade (cm)



Data: _____

Propriedade: _____

Talhão/Gleba: _____

Solo: _____

Umidade: _____

Cultura: _____

Obs: _____

Índice de Cone



PENETRÓGRAFO ELETRÔNICO

PRÁTICAS DE PREPARO CONSERVACIONISTA

**MANEJO APROPRIADO
DO SOLO**

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO MANEJO CONSERVACIONISTA

PREPARO VERTICAL

A premissa básica do que se convencionou chamar de manejo (ou preparo) de solo conservacionista (“preparo reduzido”) é

manter matéria vegetal na superfície do solo

e, portanto, **NÃO** inversão de camadas.

Sistemas de Manejo do Solo

Conceitos Fundamentais (Coelho, 1991)

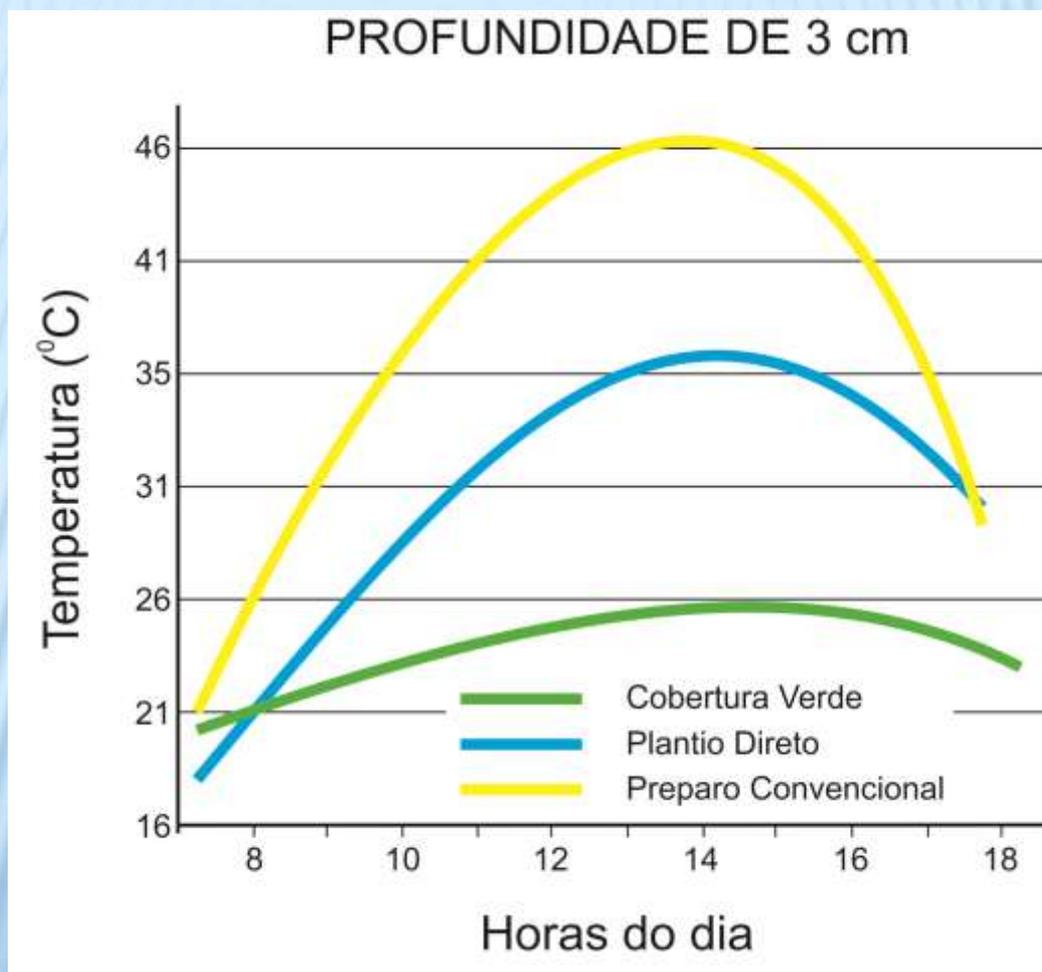
Sistema Parâm. Fundamentais	Sistema Convencional	Preparo Reduzido	Plantio Direto
Mobilização	Área total	Área total	Sulco
Incorporação de Resíduos	Total	Parcial	Nenhuma
Resíduos na Superfície	0 - 15	40 - 65	85 - 100

EFEITOS DA COBERTURA VEGETAL

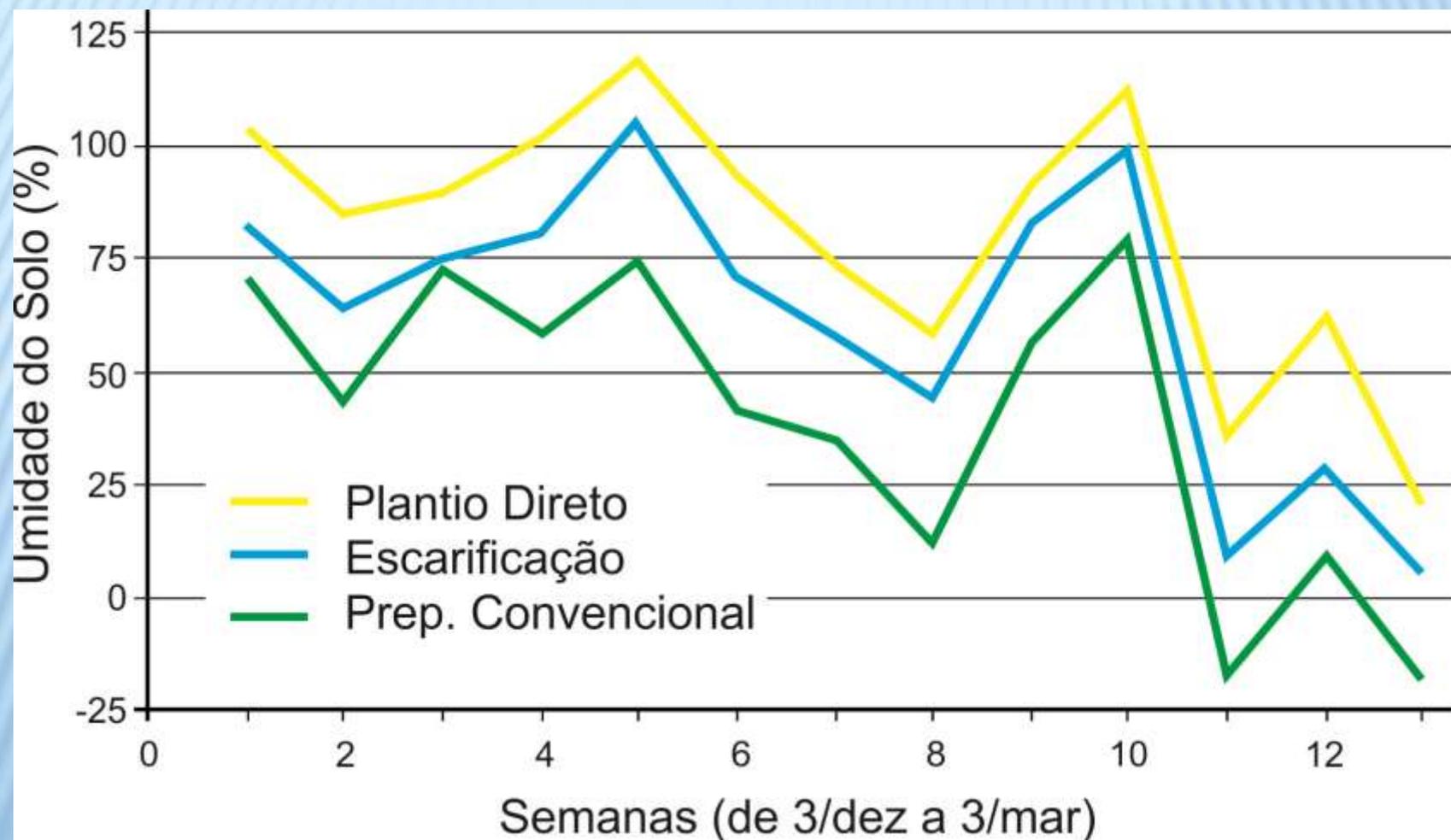
(Base da Filosofia Conservacionista)

- **Atividade microbiana**
- **Atividade macrobiana**
- **Dormência de sementes**
- **Temperatura do Solo**
- **Umidade do solo**
- **Ferramentas de penetração**

Efeitos do Preparo nas Condições Biológicas e Físicas do Solo

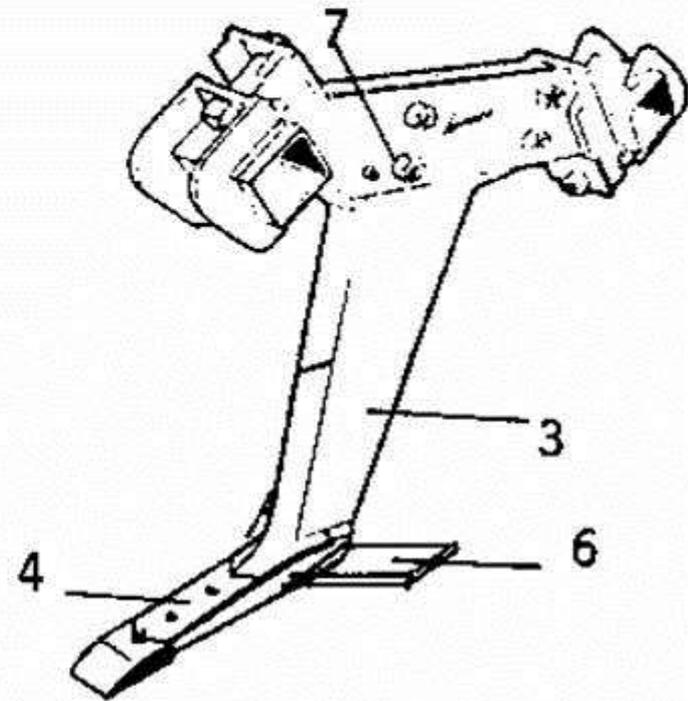
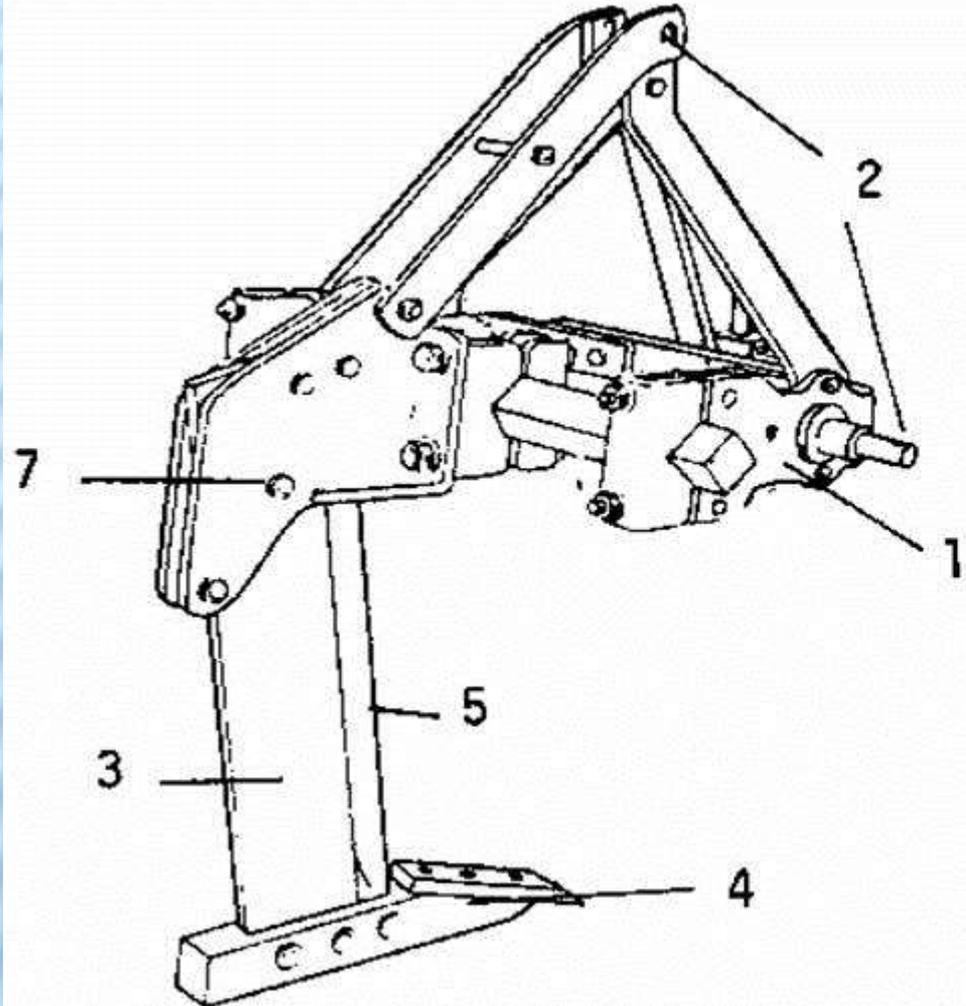


Efeitos do Preparo nas Condições Biológicas e Físicas do Solo



EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO MANEJO CONSERVACIONISTA

Hastes Rígidas



1- CHASSI 2- PONTOS DE ENGATE 3- HASTE 4- SAPATA (PONTEIRA)
5- GUME DA HASTE 6- ALETA 7- FUSÍVEL (PARAFUSO DE SEGURANÇA)

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO MANEJO CONSERVACIONISTA

PREPARO VERTICAL

ESCARIFICADORES

SUBSOLADORES



DEFINIÇÃO DAS OPERAÇÕES NO MANEJO CONSERVACIONISTA

PREPARO VERTICAL

ESCARIFICAÇÃO:

Operação PERIÓDICA que utiliza hastes rígidas para romper camadas do solo em profundidade, sem mobilização (inversão de camadas) a profundidades de até 200mm

SUBSOLAGEM:

Operação CORRETIVA que utiliza hastes rígidas para romper camadas do solo em profundidade, sem mobilização (inversão de camadas) a profundidades que freqüentemente ultrapassam 400mm.

FINALIDADES DA ESCARIFICAÇÃO

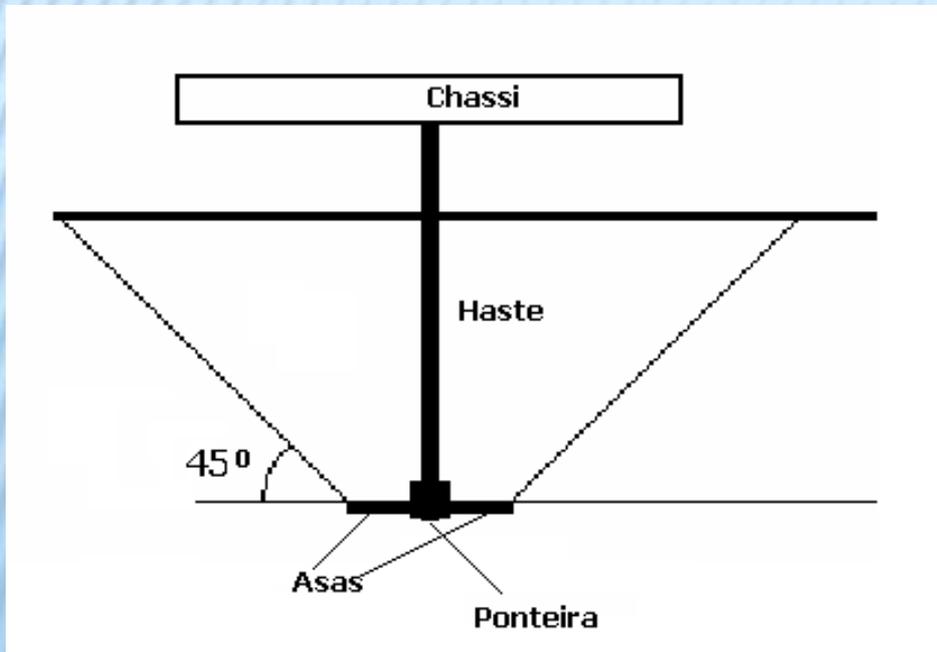
- Preparo do solo de campos com restos culturais;
- Preparo profundo do solo em substituição à aração;
- Soltar solos duros e secos, antes da aração;
- Romper camadas de impedimento superficiais resultantes dos efeitos da aração (soleira de arado).

VANTAGENS DA ESCARIFICAÇÃO EM RELAÇÃO À ARAÇÃO

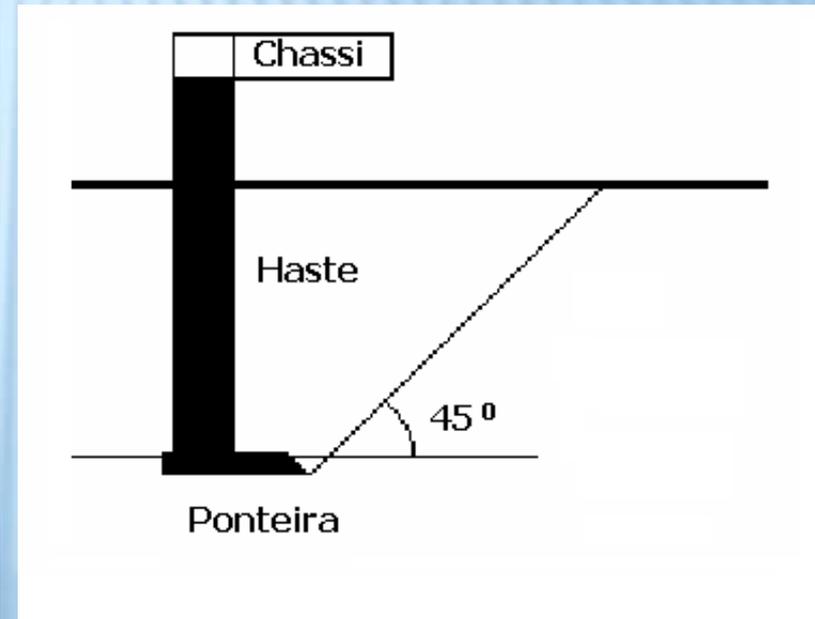
- Manutenção de cobertura vegetal;
- Manutenção da umidade do solo;
- Possibilidade de preparo de solos “pesados” onde há dificuldade de penetração de equipamentos convencionais (arados e grades);
- Possibilidade de realização de operações conjugadas com destorreadores e niveladores;
- Alta capacidade operacional;
- Menor exigência tratória se comparado a arados;

COMPORTAMENTO DO SOLO À AÇÃO DE HASTES RÍGIDAS NO PREPARO EM PROFUNDIDADE

Forma de rompimento da camada trabalhada



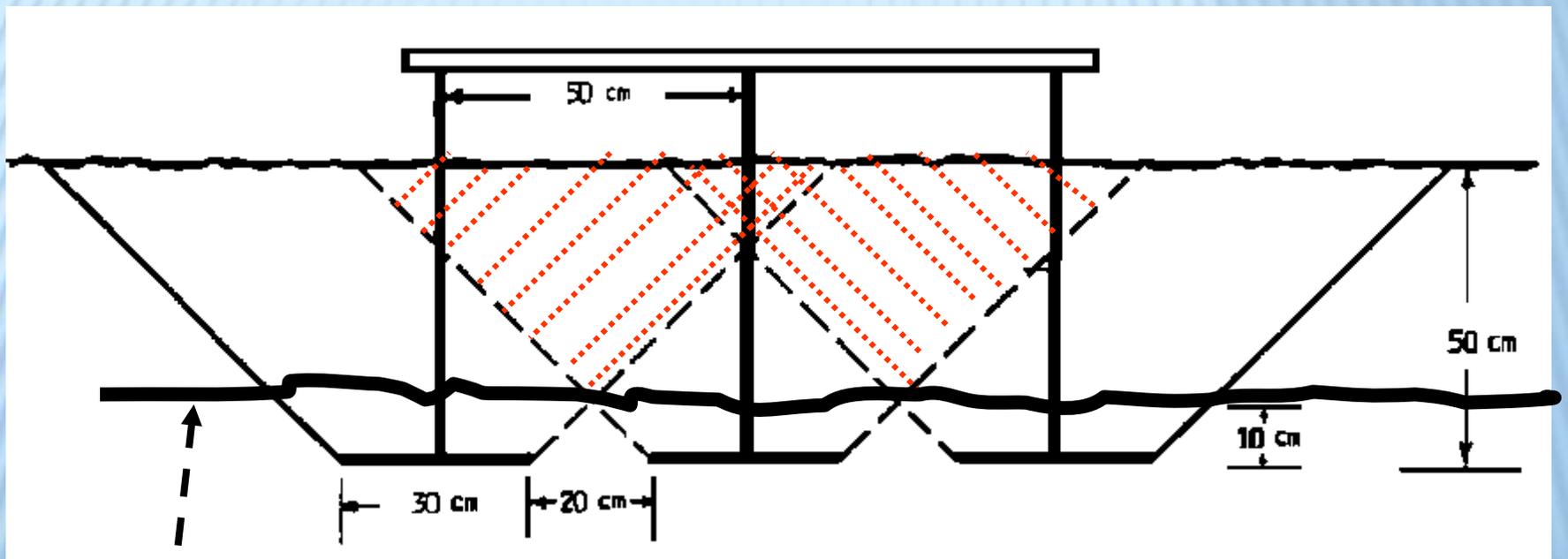
Vista Frontal



Vista Lateral

EFEITO INTERFERÊNCIA

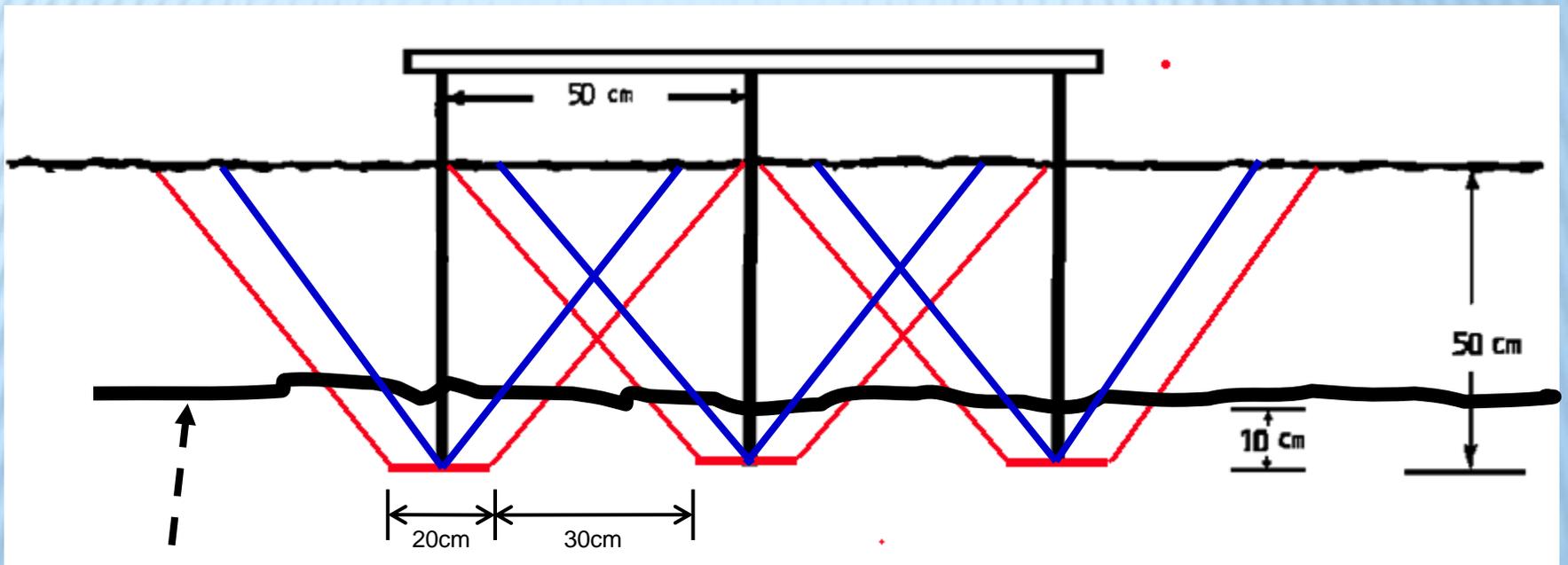
(FUNÇÃO DA RELAÇÃO PROFUNDIDADE E DISTÂNCIA ENTRE HASTES)



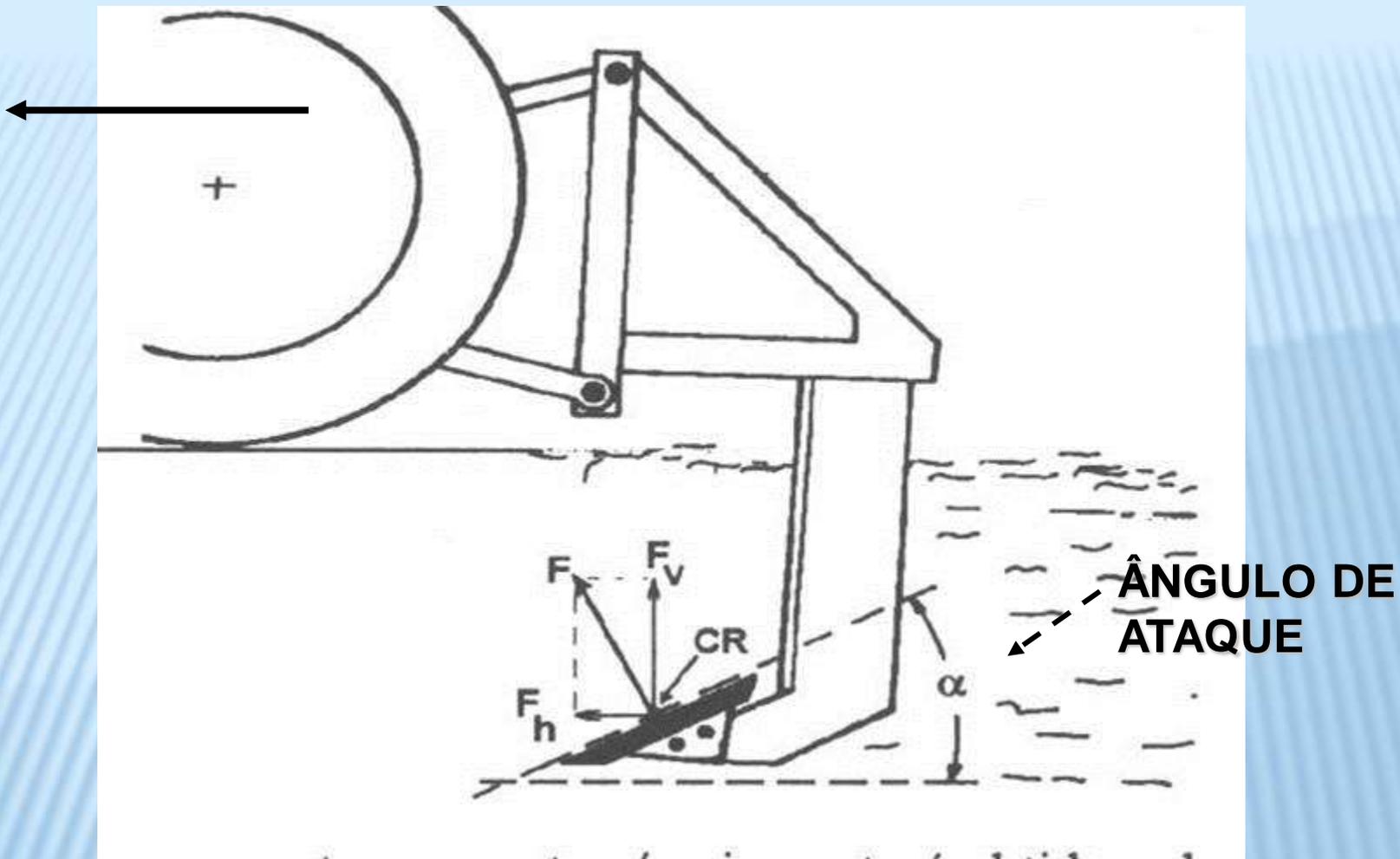
CAMADA COMPACTADA

EFEITO INTERFERÊNCIA

(FUNÇÃO DA RELAÇÃO PROFUNDIDADE E DISTÂNCIA ENTRE HASTES)

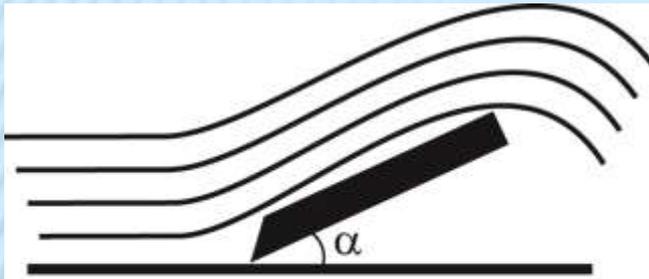


CAMADA COMPACTADA



FORÇAS QUE ATUAM NO ROMPIMENTO DA CAMADA COMPACTADA EM FUNÇÃO DO ÂNGULO DE ATAQUE DA SAPATA (OU PONTEIRA)

ANGULAÇÃO DAS ALETAS



$\alpha > 25^\circ$



**EXIGE MUITA
POTÊNCIA**



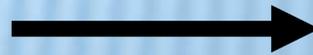
$15^\circ < \alpha < 20^\circ$



IDEAL

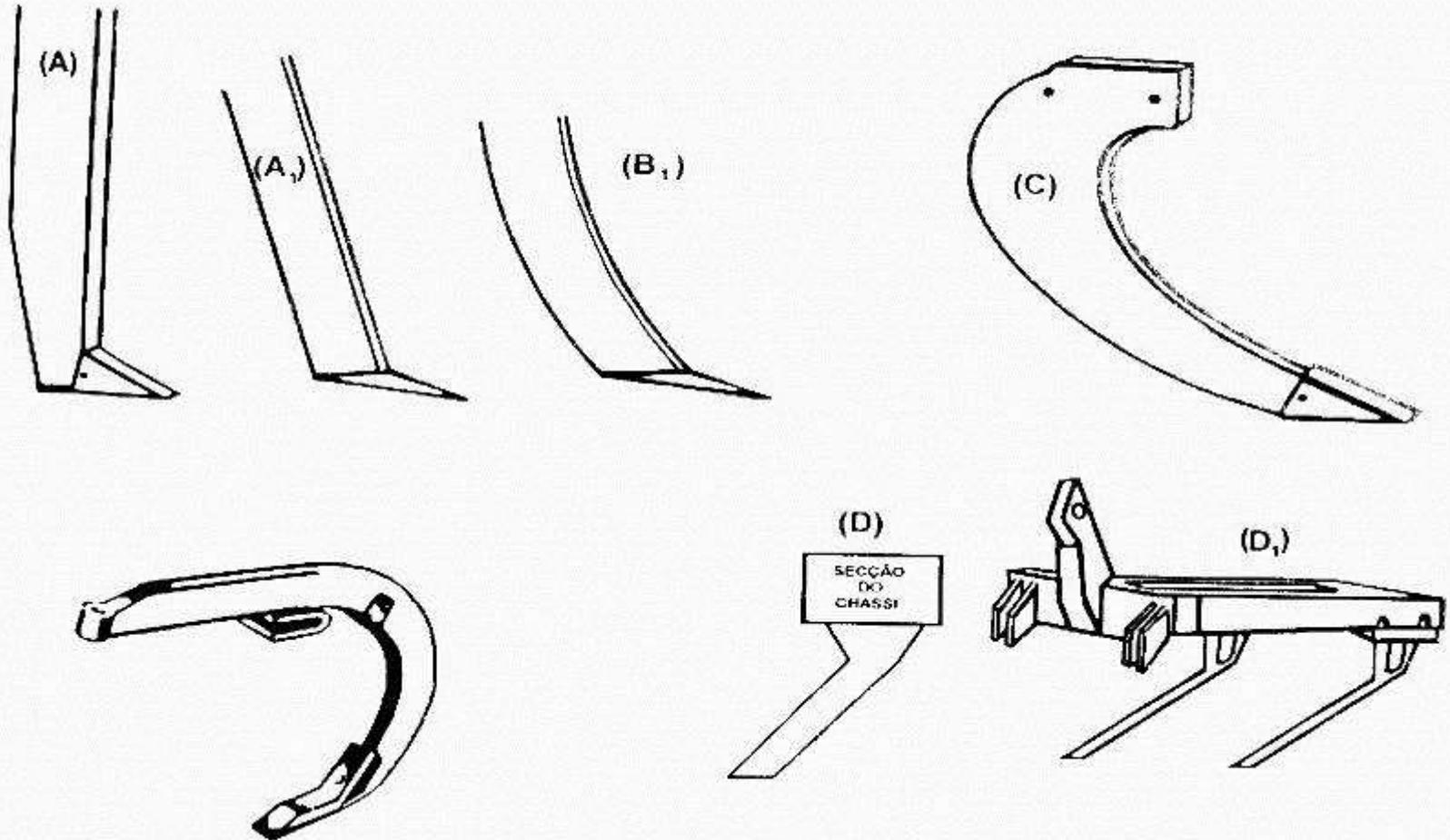


$\alpha < 10^\circ$



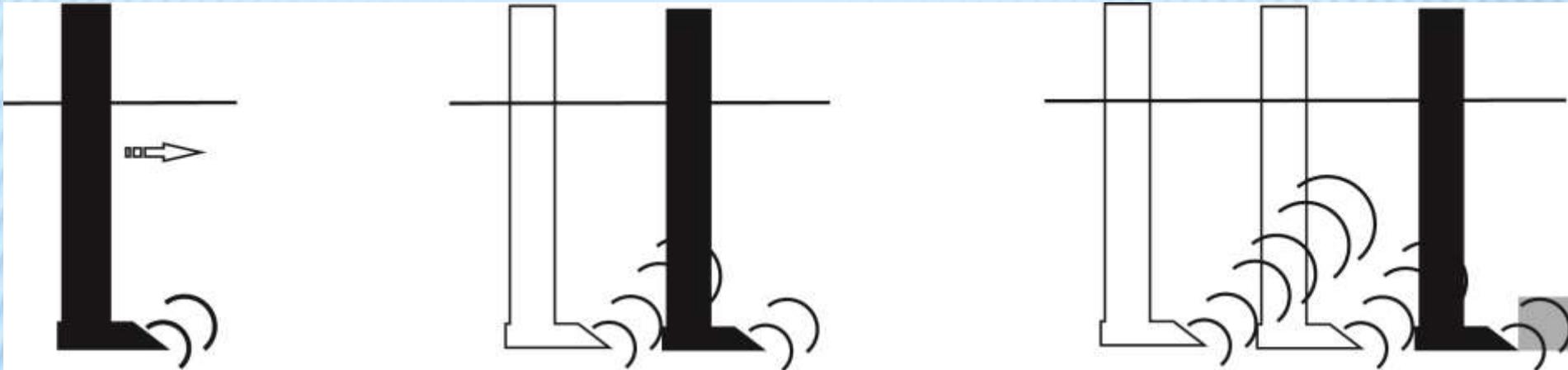
**CAUSA POUCO
EFEITO**

Tipos de Hastes



A: Reta Vertical, A1: Reta Inclinada, B1: Curva, C: Parabólica, D e D1: Diagonais

Hastes Retas



Hastes Parabólicas



TIPOS DE SUBSOLADORES

**SUBSOLADOR
MONTADO DE HASTE
SEMI-PARABÓLICA
COM PONTEIRAS
ALADAS**



**SUBSOLADORES/
ESCARIFICADORES
MONTADOS
DE HASTES INCLINADAS**





**ESCARIFICADOR +
ENXADA ROTATIVA +
SEMEADORA**



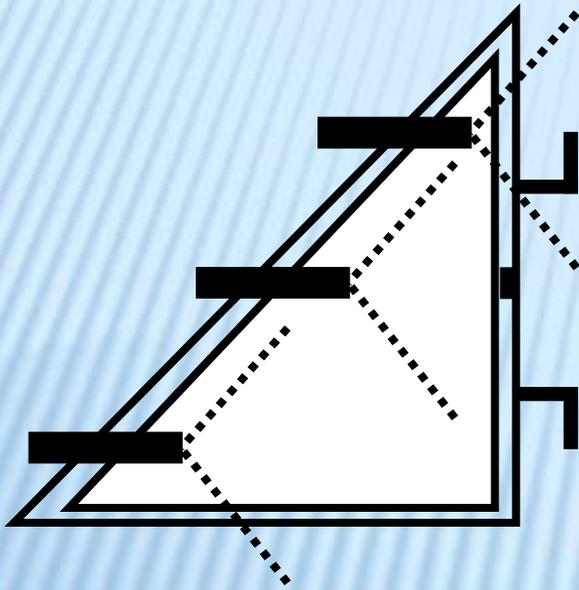
**SUBSOLADOR COM
TORPEDO
(PARA DRENAGEM)**

ESCARIFICADOR DE MOLAS

(ATUA ATÉ 25 cm)



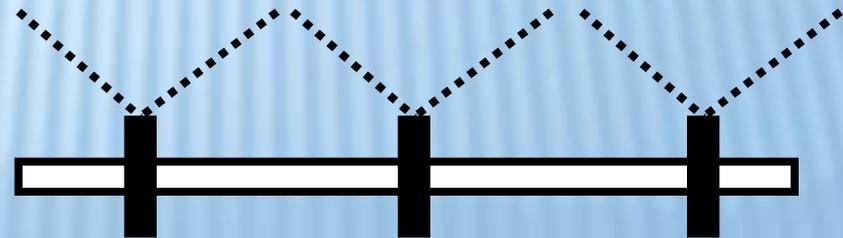
TIPO DE MONTAGEM DE HASTES E EXIGÊNCIA TRATÓRIA (POR HASTE) EM FUNÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES NO CHASSI



**MENOR EXIGÊNCIA
MELHOR EFEITO**



**MENOR EXIGÊNCIA
MELHOR EFEITO**



**MAIOR EXIGÊNCIA
PIOR EFEITO**

FIM