

The image shows two red tractors in a field. The tractor in the foreground is a Case IH 8250, equipped with a front loader and a rear-mounted implement. The tractor in the background is a Case IH 8250, also equipped with a front loader and a rear-mounted implement. The field is a mix of brown soil and green vegetation.

**LEB 466**

**Avaliação do Desempenho  
de Máquinas para o Preparo  
Periódico do Solo**

Prof. Dr. Walter F Molina Jr  
DEB / ESALQ / USP  
2013

# PREPARO PERIÓDICO DO SOLO

## Objetivos

- Rompimento de massa contínua de solo em blocos ou agregados (torrões) de diferentes tamanhos;
- Quebra de blocos ou agregados de maiores dimensões (destorroamento);
- Mobilização do solo a profundidades que contemplem o leito radicular e de sementeira;



# FORMAS DE PRODUZIR MOBILIZAÇÃO

---

- Inversão de camandas – arados (aivecas ou discos);
- Deslocamento lateral / horizontal – grades (discos ou dentes);
- Desagregação subsuperficial – escarificadores e subsoladores;
- Revolvimento rotativo – rotores e facas acionados pela TDP



# CLASSIFICAÇÃO DAS MÁQUINAS

## Para preparo periódico de solo

### 1. Preparo primário

#### 1.1 Arados

Discos, aivecas, etc.

#### 1.2 Aivecas Sulcadoras

#### 1.3 Discos Canteiradores

#### 1.4 Subsoladores

#### 1.5 Grades de Discos

Em “off-set” ou “V”, “tanden” ou duplo “V” ou “X”



# CLASSIFICAÇÃO DAS MÁQUINAS

Para preparo periódico de solo

2. Preparo secundário

2.1 Grades

Discos, molas, dentes, facas, rolos, etc.

2.2 Cultivadores

De hastes, rolos, canteiradores, enxadas rotativas, etc.



# CLASSIFICAÇÃO DAS MÁQUINAS

---

3. Para cultivo

4. Para operações conjugadas com o preparo primário

5. Para operações conjugadas com o preparo secundário



# ESCOPO DE ENSAIO

## Objetivos

Mensuração das mudanças ocorridas no solo, resultantes da aplicação de forças pelos órgãos ativos das máquinas.

**QUANTITATIVO:** relativo à massa ou volume mobilizado

**QUALITATIVO:** relativo ao estado final do solo após a mobilização

**DINAMOMÉTRICO E EF. OPERACIONAL:** relativos à exigência tratoria, velocidades, dispêndio de energia, etc.



# IMPORTANTE

Distingue-se o desempenho da máquina ou implemento de preparo de solo do conjunto motomecanizado em que ela se insere



# ENSAIOS DE ÓRGÃOS ATIVOS



# MEIO OPERACIONAL

## Caracterização - Parâmetros a observar

- Coordenadas geográficas

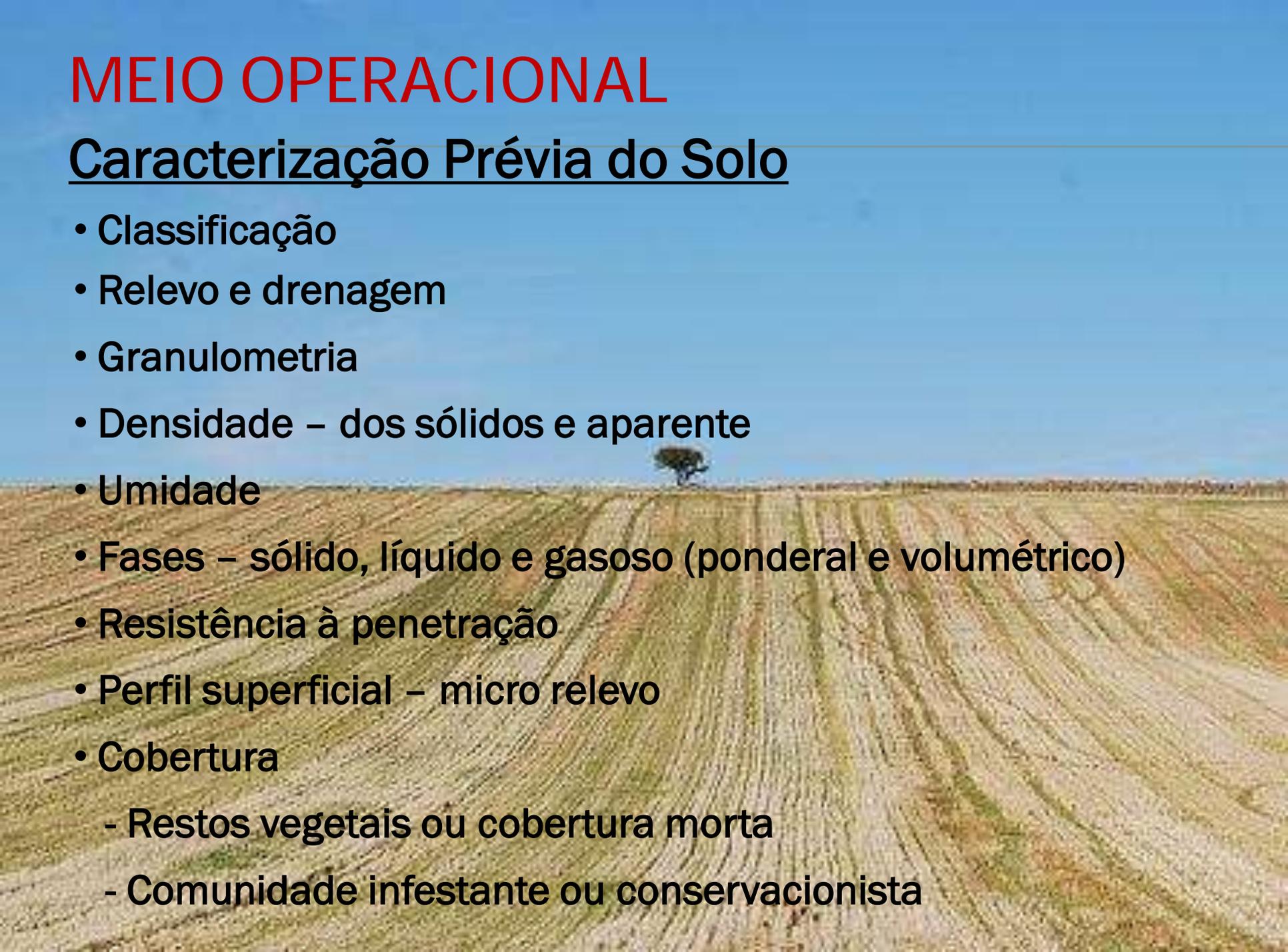


- Histórico de utilização



# MEIO OPERACIONAL

## Caracterização Prévia do Solo

- Classificação
  - Relevo e drenagem
  - Granulometria
  - Densidade – dos sólidos e aparente
  - Umidade
  - Fases – sólido, líquido e gasoso (ponderal e volumétrico)
  - Resistência à penetração
  - Perfil superficial – micro relevo
  - Cobertura
    - Restos vegetais ou cobertura morta
    - Comunidade infestante ou conservacionista
- 

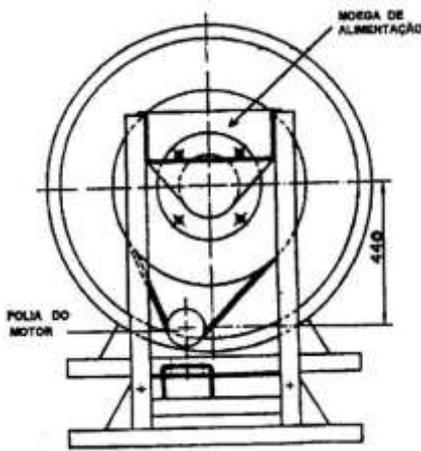
# MEIO OPERACIONAL

## Caracterização do Solo Mobilizado

- Grau de incorporação da cobertura
- Perfil mobilizado: Natural, interno e final
- Distribuição do tamanho dos agregados

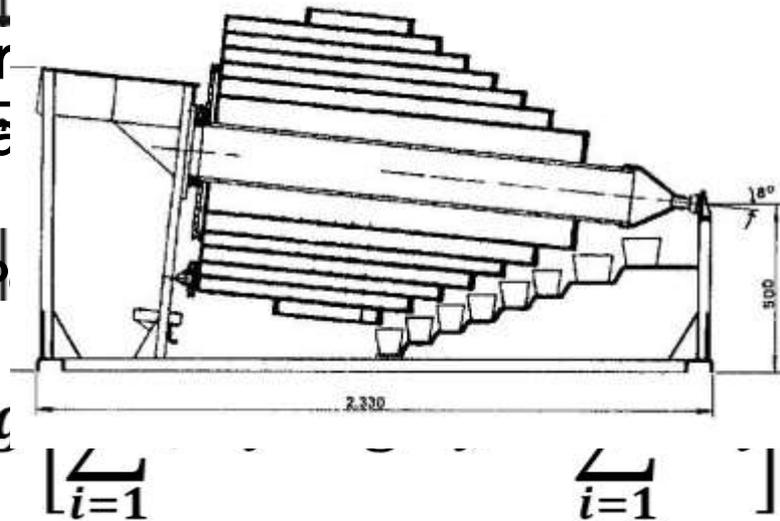
- Distribuição
- Diagrama
- Utilização

$$P_a = \sum_{i=1}^n P_i$$



Vista Frontal

ada  
nétr  
eriza  
las  
P  
- P



Vista Lateral

Perfil Interno

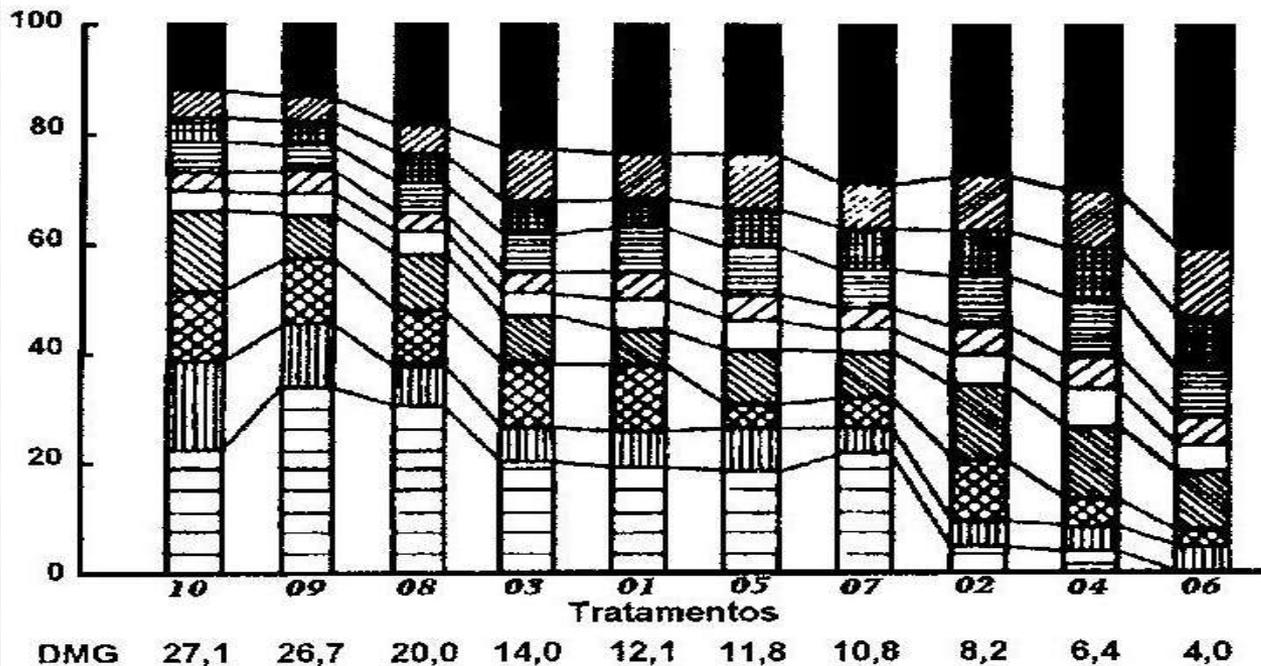
d - tamanho médio da classe de partículas



$$+ \dots + P_n)$$

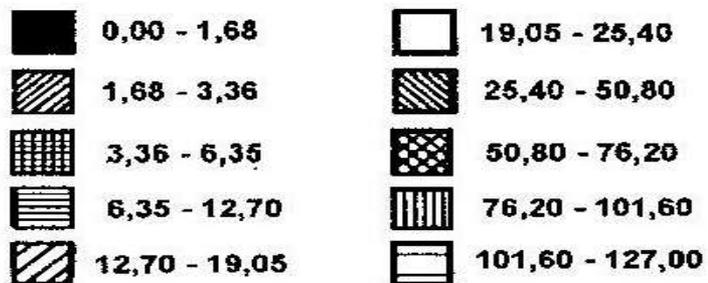


# Exemplo de Segregação do DMG



CLASSES DE AGREGADOS

LEGENDA (mm)



1. Aração - arado de discos
2. 1+2 gradagens leves
3. Gradagem pesada
4. 3+2 gradagens leves
5. Enxada rotativa em velocidade mínima
6. Enxada rotativa em velocidade média
7. Escarificação e destorroamento conjugados + gradagem leve
8. Escarificação e destorroamento conjugados
9. Subsolação + rolo destorroador
10. Escarificação + gradagem leve

# PARÂMETROS OPERACIONAIS

---

Grandezas mensuradas para representar os resultados da ação dos elementos em avaliação.

Análise qualitativa e  
quantitativa



# PARÂMETROS OPERACIONAIS

## Largura de Trabalho

### **TEÓRICA**

Projetada pelo fabricante e/ou medida pelo analista/avaliador

### **EFETIVA**

Medida do resultado do trabalho, de acordo com procedimento pré-estabelecido ou uma norma (média)

### **OPERACIONAL**

Medida do resultado do trabalho, de acordo com as condições operacionais de campo



# PARÂMETROS OPERACIONAIS

## Largura de Trabalho

### TEÓRICA

Projetada pelo fabricante e/ou medida pelo analista/avaliador



# PARÂMETROS OPERACIONAIS

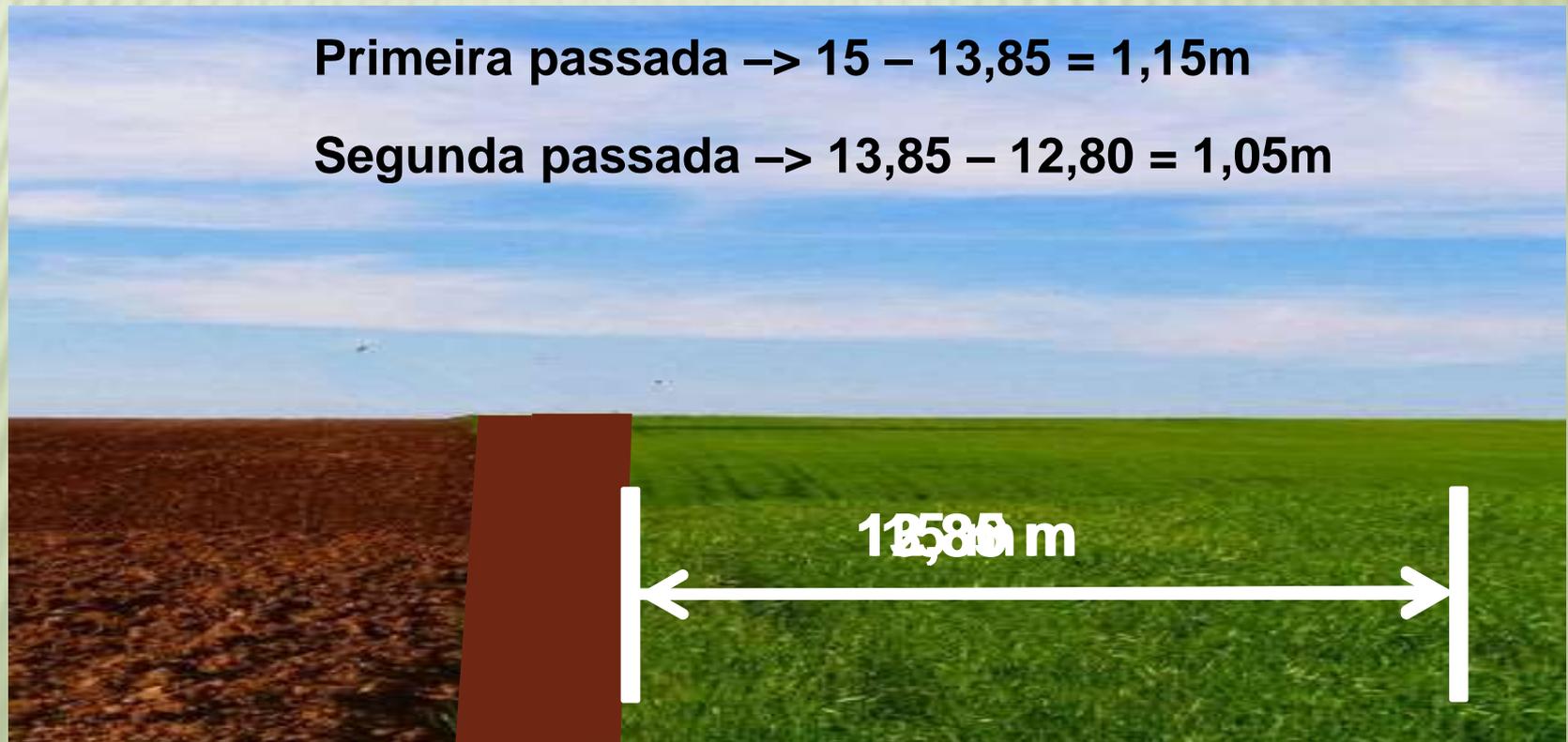
## Largura de Trabalho

### EFETIVA

Medida do resultado do trabalho, de acordo com procedimento pré-estabelecido ou uma norma (média)

Primeira passada  $\rightarrow 15 - 13,85 = 1,15\text{m}$

Segunda passada  $\rightarrow 13,85 - 12,80 = 1,05\text{m}$



# PARÂMETROS OPERACIONAIS

Força de Tração

= Esforço tratório



É a força necessária para deslocar o equipamento no campo, com seus órgãos ativos mobilizando o solo.

**IMPORTANTE**

Há uma forte interação entre  
velocidade de deslocamento e  
esforço tratório

# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

Avaliação de Desempenho = Pr

**Parâmetros  
Técnicos**

Mobilização  
por Disco

Condição  
Inicial

Condição  
Final

Exemplo: Inversão da Leiva

# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

Avaliação de Desempenho = Premissas Básicas



# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

## Parâmetros para Análise

Potência na Barra ( $P_b$ )

$$P_b = \frac{F_t \cdot V_m}{3600} \quad \text{em kW}$$

$F_t$  – Força de Tração (N)

$V_m$  – Velocidade média (km/h)

ou na TDP ( $P_{tdp}$ )

$$P_b = \frac{2\pi T n}{60000}$$

em kW

$T$  – Torque médio na TDP (N)

$n$  – Rotação média na TDP (rpm)



# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

## Parâmetros para Análise

### Consumo de Combustível

$$C_h = \frac{V_c}{t} \cdot 3,6 \quad \text{em L/h}$$

$V_c$  – Volume de Combustível Consumido (ml)

$t$  – Tempo Considerado no Percurso (s)



# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

## Parâmetros para Análise

Patinagem ( $P_i$ ) ou Redução de Deslocamento

$$P_i = 1 - \frac{V_a}{V_t}$$

$V_a$  – Velocidade do Conjunto (sem Carga)

$V_t$  – Velocidade do Conjunto em Condições de Trabalho



# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

## Parâmetros OPERACIONAIS

### Consumo Específico Operacional ( $C_{eO}$ )

Conjuntos que “trabalham áreas”



$$C_{eO} = \frac{C_e}{A_m}$$

Em g/kWhm<sup>2</sup> ou  
l/kWhm<sup>2</sup>

$C_{eO}$  – Consumo específico (g/kWh ou l/kWh)

$A_m$  – Área mobilizada (m<sup>2</sup>)

# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

---

## **BIBLIOGRAFIA**

Máquinas Agrícolas – Ensaio e Certificação  
Luiz Geraldo Mialhe  
Cap. 9 p. 462 a 514.

# CONJUNTOS MOTOMECANIZADOS

