

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Mecanização Agrícola

Prof. Samuel de Assis Silva
DERU/UFES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Simulação de Sistemas Mecanizados

Prof. Samuel de Assis Silva
DERU/UFES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Capacidade Operacional dos Sistemas Mecanizados

Prof. Samuel de Assis Silva
DERU/UFES

Terminologias

- **Capacidade de Campo**
 - Efetiva (C_e) – razão entre o desempenho atual em tempo dado e o tempo total de campo.
 - Teórica (C_t) – razão de desempenho obtida, se a máquina trabalhar com 100% do tempo a velocidade nominal, utilizando 100% de sua largura nominal

Terminologias

- **Tempo total de campo:** é a soma do tempo operacional efetivo com os tempos perdidos
- **Tempos perdidos:**
 - Proporcionais à área trabalhada: *obstruções no campo, embuchamentos, reabastecimentos de reservatórios, manobras de cabeceira, etc.*
 - Proporcionais ao tempo operacional efetivo: *paradas para descanso, para ajustes ou verificações de equipamentos, etc.*
 - Relacionados com a confiabilidade das máquinas: *quebra de componentes, mau desempenho das funções, etc.*

Terminologias

- **Eficiência**
 - De Campo (E_{fc}) – razão entre a capacidade de campo efetiva e a capacidade de campo teórica
$$E_{fc} = C_e/C_t$$
- De Tempo (E_{ft}) – razão entre o tempo efetivo e o tempo total de campo

$$E_{ft} = T_e/T_{tc}$$

$$T_{tc} = T_e + T_{pn} + T_{pp}$$

T_e – tempo efetivo por unidade de área T_{tc} – tempo total de campo
 T_{pn} – tempo perdido não proporcional a área
 T_{pp} – tempo perdido proporcional a área

Terminologias

• Largura de Trabalho

- Efetiva – é a largura com a qual a máquina efetivamente opera
- Teórica – é a largura obtida com a medida da parte operacional da máquina

Para máquinas com múltiplas linhas, é a largura entre linhas multiplicada pelo número de linhas

Objetivos

Definição da área a ser trabalhada em um determinado tempo

O tempo gasto para trabalhar uma determinada área

Quantas máquinas e implementos tenho que comprar para realizar a atividade em tempo hábil

Qual o tamanho das máquinas e implementos a serem adquiridos

A eficiência dos trabalhos realizados e as possibilidades de melhoria da qualidade e eficiência das operações

Fatores que mais afetam

Habilidade do operador

Formato da área

Métodos de trabalhos

Tempos perdidos (manobra, descanso do operador, reposição de insumos, descarregamento, etc)

Fatores que mais afetam

Manobras de Cabeceira

- É necessário estabelecer uma maneira eficiente para reduzir a quantidade de manobras e a distância percorrida na virada
- O modo de realizar as operações no campo esteja intimamente relacionado com o tamanho e a forma da gleba

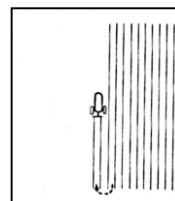
Manobras de Cabeceira

São dependentes do formato da área e da reversibilidade dos implementos



Manobras de Cabeceira

Contínuo com manobras nas cabeceiras

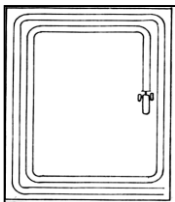


Implemento Reversível

Tempo perdido
f(espaço deixado nas cabeceiras)

Manobras de Cabeceira

Fechando talhão com canto arredondado



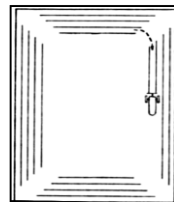
Altamente eficiente?????

Raio de curvatura relativamente grande
Algumas regiões ficam sem ser movimentadas

Implemento fixo

Manobras de Cabeceira

Fechando o Talhão - Manobras na Diagonal



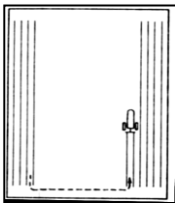
Semelhante ao anterior

Faixa de largura f , igual a necessária para os giros de 90° no centro do talhão, é deixada sem ser movimentada no seu centro
acabamento das áreas deixadas no centro e nas diagonais do talhão

Implemento fixo

Manobras de Cabeceira

Fora para dentro



Implemento fixo

É comum a formação de ruas mortas ou sulcos
estes devem ser trabalhados na sequência

Manobras de Cabeceira

Em linhas gerais...

A eficiência no uso do tempo - melhoria significativamente quando os *campos são longos*

Medidas de conservação de solo - provavelmente os fatores mais importantes que influenciam na eficiência de tempo nos modelos de campo

Nem sempre a maior dimensão da área coincide com o melhor direcionamento das operações visando à conservação do solo

Determinação dos Tempos e Eficiência

- **Capacidade Operacional (C_o)**

Quantidade de trabalho executada por unidade de tempo. Constitui uma medida da intensidade do trabalho desenvolvido na execução de operações agrícolas

$$C_o = \frac{\text{Quantidade de Trabalho Executado}}{\text{Unidade de Tempo}}$$

Determinação dos Tempos e Eficiência

- **De acordo com o tipo de operação**

- Capacidade de Campo (C_c)

A capacidade de campo é aplicada a máquinas e implementos que, para executarem uma operação agrícola, devem deslocar-se no campo, cobrindo determinada área

$$C_c = \frac{\text{Área Trabalhada}}{\text{Unidade de Tempo}}$$

Determinação dos Tempos e Eficiência

- Capacidade de Campo (C_c)

Capacidade de campo teórica (C_t)

Como se a máquina trabalhasse 100% do tempo na velocidade nominal, utilizando 100% da sua largura nominal

$$C_t = \frac{L(m) \times V(Km.h^{-1})}{10 \times NP}$$

L = largura de trabalho ou corte (m)
V = velocidade de trabalho
NP = número de passadas

Determinação dos Tempos e Eficiência

- Capacidade de Campo (C_c)

Capacidade de campo teórica (C_t)

$$C_t = \frac{L(m) \times V(Km.h^{-1})}{10 \times NP}$$

Obtido no catálogo do implemento ou medindo-se direto no campo

Limite máximo de velocidade sob a qual é possível realizar um trabalho adequado

Determinação dos Tempos e Eficiência

- Capacidade de Campo (C_c)

Capacidade de campo teórica (C_t)

Operações	Velocidades Médias
Aração	5,0 km.h ⁻¹
Gradagem	7,0 km.h ⁻¹
Subsolagem	5,0 km.h ⁻¹
Plantio	5,0 a 8,0 km.h ⁻¹

Determinação dos Tempos e Eficiência

- Capacidade de Campo (C_c)

Capacidade de campo efetiva (C_e)

É a razão entre o desempenho real da máquina (área trabalhada) e o tempo total de campo

$$C_e = \frac{L(m) \times V(Km.h^{-1})}{10 \times NP} \times E_c$$

E_c = eficiência de campo

Determinação dos Tempos e Eficiência

• Eficiência de Campo

A eficiência de campo é uma relação entre a Capacidade Efetiva de Campo e a Capacidade Teórica

De acordo com a ASABE, a eficiência de campo das operações agrícolas mecanizadas variam de acordo com o tipo de operação.

Determinação dos Tempos e Eficiência

• Eficiência de Campo

Table 2.2 - Eficiência de campo de máquinas agrícolas.

	Velocidade (km/h)	ETM	ETN
Máquina para preparo do solo	4,7-9,7	0,78-0,90	0,69-0,89
Escada escova	1,8-2,2	0,78-0,90	
Cultivador rotativo	8,5-18,0	0,78-0,90	
Cultivadora	2,5-4,5	0,78-0,88	
Aplicação de defensivos e fertilizantes	4,7-7,9	0,60-0,75	
Semeadura com aplicação de fertilizantes e herbicidas	4,7-10,0	0,50-0,65	
Semeadoras de sementes mistas	2,0-10,0	0,60-0,80	0,82
Semeadoras de semente grade (ração animal)	-	-	0,87
Segadoras de feno	7,9-10	0,80-0,90	
Segadoras - acondicionadoras de feno	3,2-6,8	0,88-0,90	
Arado de descarga lateral	5,5-10,0	0,85-0,90	
Enfardadeiras	3,6-7,9	0,70-0,80	
Catetores de torpedos	2,6-6,5	0,50-0,75	0,75
Enroladoras	7,9-15,8	0,75-0,85	
Combustoras	3,2-6,4	0,65-0,80	0,67-0,78
Escaladoras de milho	3,2-6,4	0,60-0,75	
Catetores de algodão	2,5-4,7	0,60-0,75	

Determinação dos Tempos e Eficiência

- Exemplo

1) Considerando um conjunto trator-arado de 2 discos de 26" (largura de corte igual a 50 cm), trabalhando a uma velocidade de 5,4 Km/h, determinar:

- Capacidade de trabalho efetiva ($f = 0,7$)
- Tempo gasto para preparar 1,0 ha.
- Número de dias a serem gastos trabalhando 8 h/dia.

Determinação dos Tempos e Eficiência

- Exemplo

a)

$$C_E = \frac{L(m) \times V(Km.h^{-1})}{10 \times NP} \times E_C$$

$$C_E = \frac{0,50 \times 5,4}{10 \times 1} \times 0,7 = 0,189 \text{ ha.h}^{-1}$$

Determinação dos Tempos e Eficiência

- Exemplo

b)

$$1 \text{ h} \text{ ---- } 0,189 \text{ ha} \quad \times = 5,29 \text{ h}$$

$$\times \text{ h} \text{ ---- } 1 \text{ ha}$$

c) Número de dias

$$1 \text{ dia} \text{ ---- } 8 \text{ horas} \quad \times = 0,66 \text{ dias}$$

$$\times \text{ dias} \text{ ---- } 5,29 \text{ horas}$$

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Custo Operacional dos Sistemas Mecanizados

Prof. Samuel de Assis Silva
DERU/UFES

Importância da Análise de Custos

- Importância do custo operacional

- Custo da mecanização representa, em média, de 20 a 40% do custo total de produção agrícola.

- Tomada de decisão

- Aquisição de Máquinas e Renovação da Frota
- Aluguel
- Prestação de serviço

- Aluguel x Compra de máquina

Custos operacionais

- Custo operacional

São compostos por três modalidades distintas de custos:

1 – Custos Fixos – CF

2 – Custos Variáveis – CV

Custos operacionais

- **Custos fixos**

São despesas que não dependem do uso da máquina, ou não variam com a produção ou número de horas trabalhadas.

- Depreciação
- Juros sobre capital
- Alojamento
- Seguros

Se uma máquina é usada 200 ou 1000 horas por ano o seu custo fixo é o mesmo.

Custos operacionais

- **Custos variáveis**

São gastos que dependem da quantidade de trabalho realizado pelas máquinas. Envolvem os gastos com:

- Combustíveis
- Lubrificantes
- Manutenção
- Operadores das máquinas

Custos Fixos

- **Depreciação**

Acarreta um alto valor na composição do custo operacional de um conjunto mecanizado

É a parcela que deve incidir no custo da máquina, correspondente à perda de valor da mesma, considerando a sua vida útil.

A depreciação de uma máquina é função:

- Obsolescência
- Desgastes Naturais
- Uso inadequado

Custos Fixos

- **Depreciação**

QUAL A VIDA ÚTIL DAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS?

Equipamento	Vida útil (horas)	Vida útil (anos)	Uso por ano (horas/ano)
Tratores	10.000	10	1.000
Arações	2.000	2	400
Grades	2.000	5	400
Escarificadores	2.000	5	400
Subsoladores	2.000	5	400
Enxadas rotativas	2.000	5	400
Semeadoras de sementes miúdas	1.200	5	240
Semeadoras de sementes grandes (de precisão)			
Planto direto	1.200	5	240
Planto convencional	1.200	5	240
Cultivadores	2.000	5	400
Pulverizadores	1.200	5	240
Colhedora de arroz	8.000	10	800
Colhedora combinada automotriz	8.000	10	800
Colhedora de forragem	2.500	10	250
Cefadoras	2.000	10	200

Fonte: Pecheco (2000)

Custos Fixos

- **Estimativa da depreciação**

Existem vários métodos propostos para a estimativa da depreciação:

- Método da linha reta ou linear
- Método do saldo decrescente
- Método da soma de dígitos

Custos Fixos

- **Método da Linha Reta**

Consiste na amortização do capital investido na aquisição da máquina, em parcelas iguais, durante a sua vida útil

$$D = \frac{V_i - V_s}{V_u}$$

D = depreciação da máquina, R\$ ano⁻¹

V_i = valor inicial da máquina, R\$

V_s = valor final ou "sucata", R\$

V_u = vida útil, anos

O valor final ou de sucata (V_s) pode ser estimado em 10 % do valor inicial.

Custos Fixos

◦ Juros sobre o capital

Recomenda-se o cálculo dos juros sobre o capital médio investido:

$$J = [(P + 0,1P) / 2] * Tj$$

J = Rendimento dos juros sobre o capital, R\$/ano

P = preço de aquisição, R\$

Tj = taxa de juros ao ano, decimal.

Na prática, usa-se uma taxa média de juros, entre 10 e 12% ao ano.

Custos Fixos

◦ Alojamento e Seguro

- Difíceis de serem contabilizados
- Produtor geralmente utiliza galpões preexistentes para armazenar as máquinas
- Não é comum se fazer seguro de máquinas agrícolas

Valores Sugeridos para cada um:

0,75% a 3% (≈2%) ao ano do custo inicial da máquina

$$AS = \frac{2}{100} Vi$$

AS = alojamento e seguro, R\$/ano
 Vi = valor inicial da máquina, R\$

Custos Fixos Totais

◦ Custos Fixos Totais

Indica o total de gastos anuais para compensar a aquisição das máquinas

Obtido somando-se a depreciação, juros sobre capital, seguro e abrigo

$$CF = D + J + SA$$

CF = custos fixos totais, R\$/ano¹

D = valor da depreciação estimada, R\$

J = valor dos juros sobre capital, R\$

SA = valor destinado a alojamento e seguro, R\$

Custos Fixos Totais

◦ Custos Fixos Totais

São proporcionais:

- Ao tamanho da máquina
- À potência da máquina
- À tecnologia embarcada
- Ao número de órgãos ativos

Determinantes no preço de aquisição da máquina

Custos Variáveis

◦ Custos com Combustíveis

O gasto com combustível pode ser determinado pelas fórmulas:

- Motor a diesel (Potência acima de 200 hp)

$$\text{consumo}(l/h) = 0,164 * TDP \max(CV)$$

- Motor a diesel (Potência abaixo de 200 hp)

$$\text{consumo}(l/h) = 0,151 * TDP \max(CV)$$

Multiplicando-se o valor de consumo pelo preço do diesel obtém-se o custo por hora

Custos Variáveis

◦ Custos com Lubrificantes

Segundo a ASAE, o consumo médio de lubrificantes líquidos, também pode ser estimado, como:

$$\text{consumo}(l/h) = 0,00059 * Pnom + 0,02169$$

$Pnom$ = Potência nominal do motor, CV

Multiplicando-se o gasto pelo valor do lubrificante obtém-se o custo por hora de trabalho

Graxas - consumo 0,05 kg por hora de trabalho do trator

Custos Variáveis

◦ Custos com Manutenção

Inclui a manutenção preventiva e corretiva, além da mão-de-obra necessária para realizá-la.

Podem ser estimada por:

Trator

Deve ser igual a 100% do investimento inicial, durante toda a sua vida útil.

$$CM = \frac{1}{Vu} Vi \quad \text{ou} \quad CM = \left(\frac{1}{Vu} Vi \right) / NHA$$

CM = custo de manutenção, R\$.ano⁻¹

Vu = vida útil, anos

Vi = valor inicial, R\$

Custos Variáveis

◦ Custos com Mão-de-Obra

O custo mensal da mão-de-obra (Cmo) pode ser estimado por:

$$Cmo = 1,7 * \text{salário}$$

Para se determinar o custo de mão-de-obra por hora trabalhada, deve-se considerar apenas os dias úteis durante o mês, ou seja um número de 176 horas (22 dias) trabalhadas por mês.

$$Cmo = \frac{1,7 \cdot \text{Salário}}{176}$$

Custos Variáveis Operacionais

◦ Custos Variáveis Operacionais

Indica o total de gastos anuais para compensar a utilização das máquinas

Obtido somando-se os custos com combustível, lubrificantes, manutenção e mão-de-obra

$$CVO = Cc + Cl + Cm + Cmo$$

CVO = custos variáveis operacionais, R\$.ano⁻¹

Cc = custo com combustível, R\$

Cl = custo com lubrificantes, R\$

Cm = custo com manutenção, R\$

Cmo = custo com mão-de-obra, R\$

Custos Operacional da Máquina

◦ Custos Operacionais

Bom balizador para estipular preços de alugueis de máquinas e também para verificar se a produção consegue quitar os seus custos

$$CO = \frac{CF}{NHA} + CV + lucro$$

CO = custo operacional da máquina agrícola, R\$.h⁻¹

CF = custos fixos, R\$

CV = custos variáveis, R\$

NHA = número de horas trabalhadas por ano

Exercício

Calcule o custo total de um trator agrícola cujos dados são apresentados abaixo:

- Custo inicial do trator: R\$200.000,00
- Vida útil estimada: 8 anos
- Horas de utilização por ano: 1000
- Taxa anual de juros: 15%
- Valor da Sucata: 10% do valor inicial
- Considerar 2% para seguro + alojamento
- Potência nominal: 200 CV
- Potência na TDP: 90% da Potência Nominal

