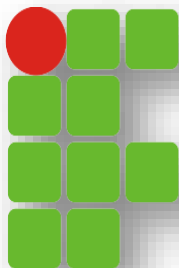




DISCIPLINA DE MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO SUL
Campus Sertão

Dimensionamento e planejamento de sistema motomecanizado



Prof. David Peres da Rosa



Simulação

Fizemos um cálculo e verificamos que uma semeadora de 11 linha de soja está de bom tamanho para uma lavoura de 120ha.

O seu José comprou um trator de 150cv. Sabe-se que uma semeadora gasta +/- 11cv por linha.

Pergunta-se: O que resultará?



Simulação

Com 120cv você leva 120 horas.

Com 150cv você leva 70 horas.

É BOM??



Simulação

Como você compra uma semeadora? Quais são os requisitos que você leva em consideração?

Fizemos um cálculo e verificamos que uma semeadora de 11 linha de soja está de bom tamanho para uma lavoura de 120ha.

O seu José comprou um trator de 150cv. Sabe-se que uma semeadora gasta +/- 11cv por linha.

Pergunta-se: O que resultará?



AF / AFC - Arado Fixo / Arado Fixo Canaveiro



| Modelo | Nº de Discos | Dimensões dos Discos | Espaçamento (mm) | Largura de Corte (mm) | Peso(Kg) Ø 26" (S/R) | Potência (CV) no Motor |
|--------|--------------|----------------------|------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| AF | 02 | | 570 | 550-650 | 314 | 45-50 |
| | 03 | 26" x 4,75 mm ou | | 800-920 | 408 | 60-70 |
| | 04 | 28" x 6,0 mm | | 1020-1230 | 492 | 80-95 |
| | 05 | | | 1280-1550 | 594 | 104-120 |



O que tem de errado nestes dados?

Por que na região de SP um trator que fora utilizado na região de SC não conseguiu puxar o arado?



Mecanização racional é o emprego de um conjunto de máquinas de forma técnica e economicamente organizada, na execução das tarefas exigidas pela produção agrícola, visando obter o máximo rendimento útil com o mínimo de dispêndio de energia, tempo e dinheiro.



**Pergunto em uma área de 100 ha,
precisamos disso?**



Tamanho – 40ft
Molinete em tandem





**The most fuel-efficient tractor.
Naturally, it's painted green.**



- Em uma área de 50ha precisamos de um trator de 93cv?



- Para adquirirmos uma máquina temos que levar em consideração a demanda que temos, o que realmente precisamos, e quais as possibilidades que nos tragam maior rentabilidade.
- Quanto mais for usado um trator mais lucrativo ele se torna.
- Em pequenas propriedades (até +/- 30ha)

Tratores para pequenas propriedades

30-100ha

Trator Yanmar Agritech modelo 1175-4 tração 4 x 4, motor Yanmar modelo 4TNV98 de 70,0 cv e 16 válvulas – TDF de 59 cv, câmbio sistema “Collar Shift” de 12 velocidades a frente e 3 a ré, capacidade de levante do hidráulico de 2.000 kg.





| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Comprimeto | 4.030 |
| Altura | 1.860 / 1.980 |
| Máxima / Largura | (4x2) / 1.925 / 1980 (4x4) |
| Distância entre-eixos | 2.277(4x2) / 2.240 (4x4) |
| Peso de Embarque (kg) | 3.200 (4x2) / 3.485 (4x4) |





75CV



| | |
|---------------|----------|
| Peso | 3.190 kg |
| Bitola | 1.450 mm |

- Qualquer 75cv daria?



| | |
|----------------------------------|-----------|
| Peso máximo com lastro - kg..... | 3750/4050 |
| Comprimento total - mm..... | 3975/4170 |
| Altura máxima - mm | 2600 |



40CV



- Não só o peso e potência mas altura e largura





55CV



Tratores para pequena propriedade

< 10ha

Trator de rabicho

11 a 17 CV (4/4)

UESMA
Núcleo de estudos em Solos e Máquinas Agrícolas



Traccionando carretas





Encanteirador



Tratores de 14,3 – 20cv



Tratores de 30cv



Tratores de 45cv





Fonte de energia animal



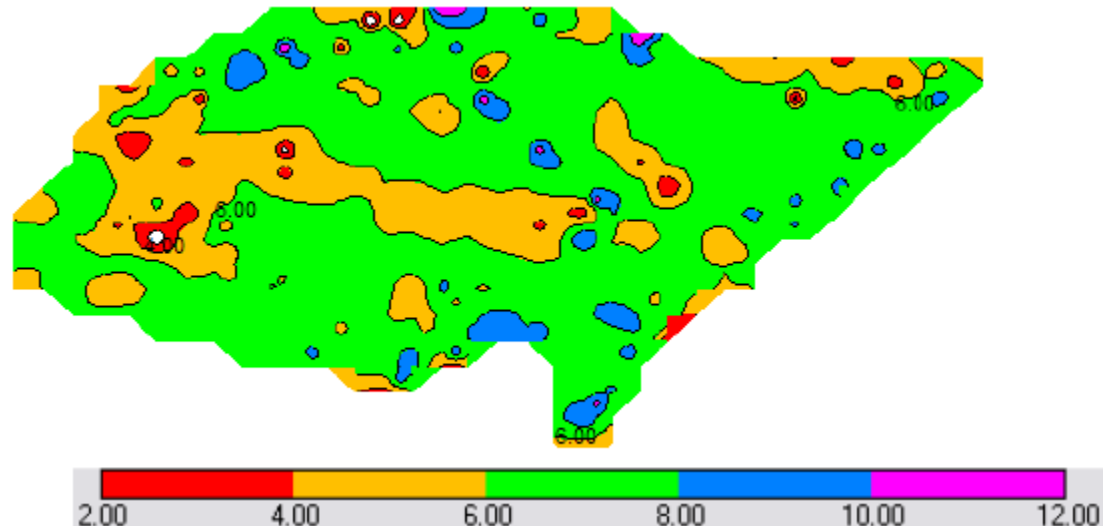
Tipos de capacidade



Como inferir na Cce

Como podemos inferir sobre a Cce?

Se olharmos a equação de obtenção desta, verificamos que podemos inferir na velocidade e na largura. Se mexermos na velocidade por ser mais fácil, necessitamos levar em consideração a qualidade de serviço (integridade da sementes para semeadura e colheita, qualidade do leito da semente preparo de solo...)



Como determinar a capacidade de campo efetiva?

- No campo realiza o processo desejado (aração, semeadura...), um exemplo aração, em uma faixa de 20 metros com várias passadas.
- Mede-se a largura de trabalho (L_t) conforme explicitado no slide de largura de trabalho, e a velocidade em cada faixa (V_r) e calcula-se a Cce.

Descarregamento e abastecimento



Aqui se ressaltam o tempo que se perde em descarregar uma colhedora e o tempo que se perde em abastecer uma semeadora tanto quanto ao adubo quanto a reposição de sementes.

Vamos fazer uma simulação:



9650STS – 78l/s, 9570 l / Axial Flow 2388 – 64l/s, 7400 l

Quanto tempo levará para descarregar? Em uma área de 100ha quanto tempo será perdido? E numa área de 800?

Eficiência de campo ou rendimento



É o parâmetro que indica as perdas provenientes do não aproveitamento integral da capacidade de operação da maquinaria.

$$Ef (\%) = \frac{C_{ct} \text{ (ha h}^{-1}\text{)}}{C_{ce} \text{ (ha h}^{-1}\text{)}} \times 100$$

O que indica isto?

Podemos saber o quanto de tempo perdido foi realizado

Como podemos melhorar a eficiência?

+ largo e/ou + veloz?



- mais difícil de transportar
- mais suscetível a ondulações
- maior potencial p/ compactação
- menor manobrabilidade
- pode interferir na qualidade do trabalho

Dimensionamento de tratores



Engine

Cab

Hydraulics

Wheel equipment

Transmission

Concept

Maintenance



Metodologias de Dimensionamento

Método Passo a Passo, Programação linear



Agora já estamos aptos a calcular potência requerida, passamos agora para o dimensionamento em si.

Existem algumas metodologias para o cálculo o dimensionamento, destas citam-se:

- **Método do passo a passo;**
- **Programação linear;**
- **Programação dinâmica;**
- **Simulação.**

Método do passo a passo



Este método foi desenvolvido em Wageningen Agriculture University na Holanda é caracterizado por:

- Planejamento por etapas ou pela rotina de trabalho;
- Mais fácil, aplicável e utilizado;
- Pode ser melhorado com retroalimentação.

Método do passo a passo

Dados da propriedade:

- Área das lavouras
- Características da área
- Histórico e registros das áreas

Estabelecimento do calendário de trabalho

- Calendário da cultura
- Calendário do preparo do solo
- Calendário do tratamento fitossanitário
- ...

Dimensionamento

- Capacidades
- Ritmo operacional
- Tempo disponível
- Períodos
- Tempo médio (h/ha)
- Quantidade de máquinas
- ...

Seleção das máquinas



SIMULAÇÃO NO QUADRO DE UMA PROPRIEDADE DE SOJA



Dimensionamento de tratores



Trator

implemento

Então um trator de 120cv pode puxar um implemento de 110cv?





Tipos de potência

Implemento



Trator





O cálculo da potência é da mesma forma?



Implemento de arrasto



Implemento tracionado



posted to farmphoto.com

2004 4 8

Esforço solicitado ao implemento



É o esforço resultante solicitado ao trator pelo implemento.

Depende:

Solo:

- Tipo de solo;
- Umidade do solo;
- Manejo do solo.

Máquina:

- Velocidade;
- Largura de trabalho;
- Profundidade de trabalho;
- Dimensões do componente ativo.

Como obter o esforço de tração?

Cálculo do esforço de tração



Podemos obter o esforço de tração pela fórmula da ASAE (American Society of Agricultural Engineering).

$$F_{tt}(N) = F_i \times [A + B(S) + C(S)^2] \times W \times T$$

ASAE D497.4 FEB03

Cálculo do esforço de tração



$$F_{tt} = F_i \times [A + B(S) + C(S)^2] \times W \times T$$

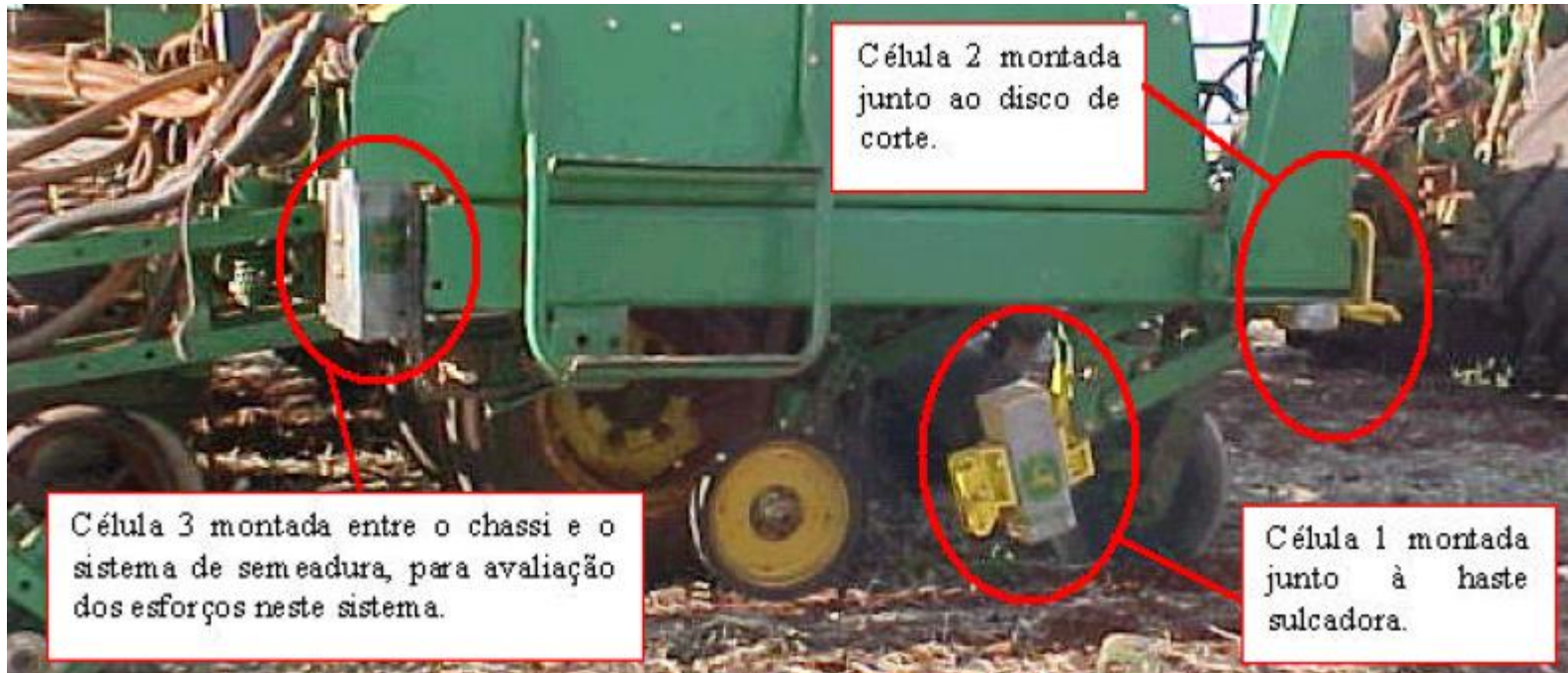
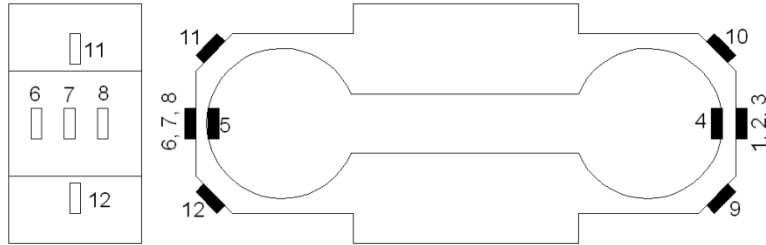
- Onde:
- F_{tt} = Força de tração do implemento (N)
- F = ajuste da textura do solo (adimensional) – tabelado
- i = relativo a textura do solo, 1 textura fina; 2 textura média; 3 textura grossa
- A , B e C = parâmetros do equipamento – tabelado
- S = velocidade de trabalho (km h^{-1})
- W = Largura do equipamento (m) ou número de linhas ou ferramentas
- T = profundidade de trabalho (cm); para semeadoras e ferramentas de preparo menores valor adimensional e igual a 1.

| Equipamento | Unidade (L) | Parâmetros máquina | | | Parâmetros solo | | |
|-----------------------|-------------|--------------------|------|-----|-----------------|----------------|----------------|
| | | A | B | C | F ₁ | F ₂ | F ₃ |
| Arado aiveca | m | 652 | 0,0 | 5,1 | 1,00 | 0,70 | 0,45 |
| Escarificador | | | | | | | |
| 5 cm (larg.) | Ferram. | 91 | 5,4 | 0,0 | 1,00 | 0,85 | 0,65 |
| 7,5 cm (larg.) | Ferram. | 107 | 6,3 | 0,0 | 1,00 | 0,85 | 0,65 |
| 10cm (larg.) | Ferram. | 123 | 7,3 | 0,0 | 1,00 | 0,85 | 0,65 |
| Cultivador | | | | | | | |
| Prep. Prim. | Ferram. | 46 | 2,8 | 0,0 | 1,00 | 0,85 | 0,65 |
| Prep. Sec. | Ferram. | 32 | 1,9 | 0,0 | 1,00 | 0,85 | 0,65 |
| Subsolador | | | | | | | |
| Pont. Estr. | Ferram. | 226 | 0,0 | 1,8 | 1,0 | 0,70 | 0,45 |
| 30cm (larg.) | Ferram. | 294 | 0,0 | 5,1 | 1,0 | 0,70 | 0,45 |
| Grade (tandem) | | | | | | | |
| 1ª passada | m | 309 | 16,0 | 0,0 | 1,0 | 0,88 | 0,78 |
| 2ª passada | m | 216 | 11,2 | 0,0 | 1,0 | 0,88 | 0,78 |
| Grade (offset) | | | | | | | |
| 1ª passada | m | 364 | 18,8 | 0,0 | 1,0 | 0,88 | 0,78 |
| 2ª passada | m | 254 | 13,2 | 0,0 | 1,0 | 0,88 | 0,78 |
| Semeadora | | | | | | | |
| Precisão (convenc.) | | | | | | | |
| Montada | linha | 500 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Aarrasto | linha | 1550 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Semeadora (PD) | | | | | | | |
| | linha | 1820 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 0,96 | 0,92 |
| Semedora | | | | | | | |
| Pneumática | m | 3700 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |



| Equipamento | Unidade (L) | Parâmetros máquina | | | Parâmetros solo | | |
|---|-------------|--------------------|-----|-----|-----------------|----------------|----------------|
| | | A | B | C | F ₁ | F ₂ | F ₃ |
| Semeadora Fluxo Cont. (convenc.) | | | | | | | |
| < 2,4m | linha | 400 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 2,4 a 3,7m | linha | 300 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| > 3,7m | linha | 200 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Semeadora Fluxo Cont. (PD) | linha | 720 | 0,0 | 0,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

A campo

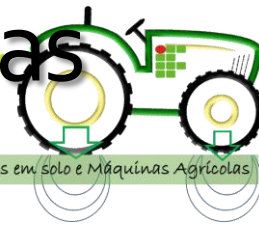




Calcule o esforço da grade utilizando as equações vistas

NESMA

Núcleo de estudos em Solo e Máquinas Agrícolas



| Modelo | Nº de Discos | Diâmetro dos Discos | Diâmetro do Eixo | Largura de Trab. (mm) | Espaç. Discos (mm) | Profundidade Aprox. (mm) | Peso c/ Discos de: | | | Potência do Trator (Hp) | Rodeiro |
|--------|--------------|---------------------|------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|-------|-------|-------------------------|---------|
| | | | | | | | 24"Kg | 26"Kg | 28"Kg | | |
| CRSG | 12 | 24" ou 26" | 1.5/8" | 1300 | 235 | 150 à 180 | 1310 | 1330 | - | 63 à 70 | Simple |
| CRSG | 14 | 24" ou 26" | 1.5/8" | 1550 | 235 | 150 à 180 | 1380 | 1400 | - | 74 à 80 | Simple |
| CRSG | 16 | 24" ou 26" | 1.5/8" | 1750 | 235 | 150 à 180 | 1470 | 1495 | - | 85 à 95 | Simple |
| CRSG | 18 | 24" ou 26" | 1.5/8" | 2000 | 235 | 150 à 180 | 1768 | 1796 | - | 95 à 105 | Simple |
| CRSG | 20 | 24" ou 26" | 1.5/8" | 2250 | 235 | 150 à 180 | 1820 | 1853 | - | 106 à 118 | Simple |
| CRSG | 24 | 24" ou 26" | 1.5/8" | 2700 | 235 | 150 à 180 | 1950 | 1985 | - | 125 à 140 | Simple |
| CRSG | 28 | 24" ou 26" | 1.5/8" | 3200 | 235 | 150 à 180 | 2250 | 2293 | - | 148 à 163 | Simple |
| CRSG | 32 | 26" ou 28" | 1.5/8" | 3650 | 235 | 150 à 180 | - | 3400 | 3500 | 169 à 185 | Duplo |
| CRSG | 36 | 26" ou 28" | 1.5/8" | 4200 | 235 | 150 à 180 | - | 3480 | 3590 | 190 à 208 | Duplo |
| CRSG | 40 | 26" ou 28" | 1.5/8" | 4600 | 235 | 150 à 180 | - | 3790 | 3910 | 212 à 232 | Duplo |
| CRSG | 48 | 26" ou 28" | 1.5/8" | 5600 | 235 | 150 à 180 | - | 5500 | 5850 | 254 à 280 | Duplo |

Requerida pelo implemento:

$$P_{bt}(kW) = \frac{D(kN) \times v(km/h)}{3,6}$$

P_{bt} - potência na barra de tração (kW);
D - força de tração requerida pelo implemento;
v - velocidade de deslocamento;

$$P_{bt}(cv) = \frac{D(kgf) \times v(km/h)}{270}$$

A potência necessária para vencer uma determinada declividade é dada:

$$P_d(kW) = \frac{CE(kg) \times v(km/h)}{367,2}$$

P_d – potência para vencer uma declividade (kW)

CE – carga extra (kg)

$$CE(kg) = \frac{m_t(kg) \times d(\%)}{100}$$

Ce = Carga extra (kg)

Mt = Massa total do conjunto
(trator+implem.+operador) (kg)

d = Declividade do terreno (%)

A potência total para vencer a declividade é:

$$P_t(kW) = P_{bt}(kW) + P_D(kW)$$

Implementos montados



$$R = k \times d^m \times w$$

c = coeficiente de resistência ao rolamento;

d = diâmetro do pneu (pol)

R = resistência ao rolamento, (kgf);

w = peso sobre a roda, (kgf).

A tabela a seguir traz os valores de k , m e c em função do tipo de solo.

| Tipo de solo | k | m | c |
|------------------|------|------|-------|
| Areia solta | 6,3 | -0,9 | 0,425 |
| Argila cultivada | 4,2 | -0,8 | 0,382 |
| Terreno semeado | 1,6 | -0,7 | 0,196 |
| Gramma | 1,5 | -0,3 | 0,610 |
| Concreto | 0,96 | -1,0 | 0,048 |

Implementos montados



- Potência

$$P(cv) = \frac{Rt(kg) \times v(km/h)}{270}$$

Rt = resistência ao rolamento total (kgf);
 v = velocidade (km/h)

Exemplo



- 1 – Um trator 4x2 com 75kW no motor a 2200rpm atuando em solo firme.

- 2 – Um trator 4x2TDA com 75kW no motor a 2200rpm atuando em solo firme.
 - 1- Qual seria a exigência em cv de um subsolador de 3 hastes operando a uma velocidade de 7 km/h à 500 mm de profundidade em solo arenoso?

 - 2- Qual a potência de uma semeadora de 6 linhas atuando a 5km/h (com disco de sulcador)?



Já soubemos a potência do implemento e a do trator?

?



Existem duas maneira simples:

Método prático – Método de Bowers, fator 0,86

Método técnico - ASAE

Método prático fator 0,86

Potência no motor usa o fator 0.86

a = Potência no motor

b = a x 0,86 - Potência máxima na TDP

c = b x 0,86 - Potência máxima na B.T. (concreto)

d = c x 0,86 - Potência máxima na B.T. (solo firme)

e = d x 0,86 - Potência útil na B.T.(solo firme)

f = e x 0,86 - Potência útil na B.T. (solo cultivado)

g = f x 0,86 - Potência útil na B.T. (solo solto)

exemplo



■ a = Potência máxima disponível no motor = 75kW

■ b = Potência máx. na TDP: $75 \text{ kW} \times 0,86 = 64,50 \text{ kW}$

■ c = Potência máx. na B.T.(concreto): $64,50 \times 0,86 = 55,47 \text{ kW}$

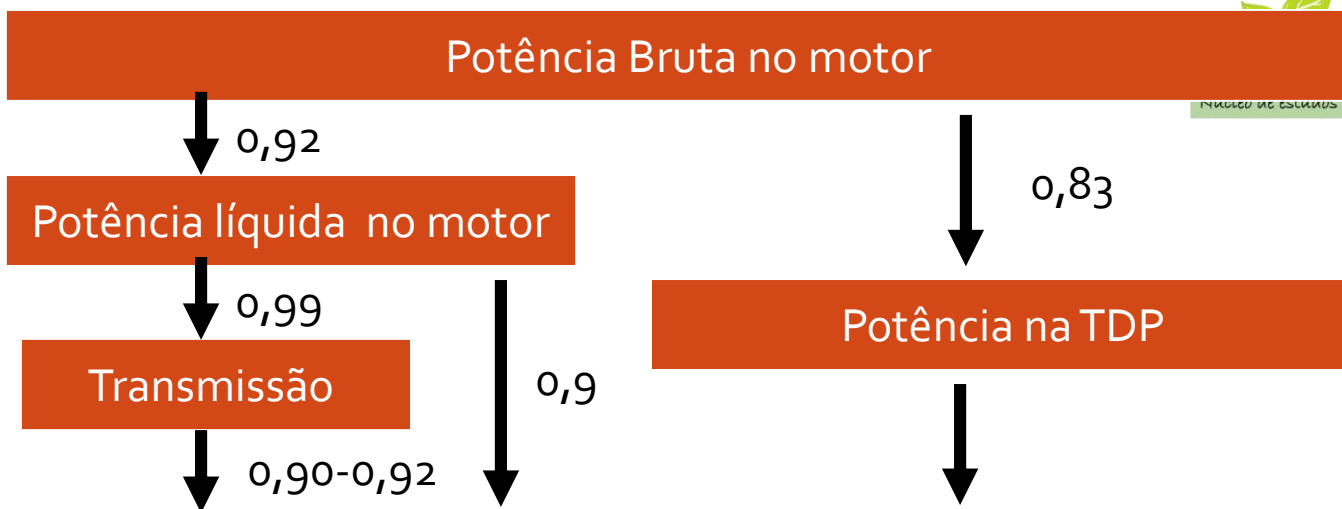
■ d = Potência máxima na B.T.(solo firme): $55,47 \text{ kW} \times 0,86 = 47,71 \text{ kW}$

■ e = Potência usável na B.T. (solo firme): $47,71 \text{ kW} \times 0,86 = 41,03 \text{ kW}$

■ f = Potência usável na B.T.(solo cultivado): $41,03 \text{ kW} \times 0,86 = 35,28 \text{ kW}$

■ g = Potência usável na B.T. (solo solto): $35,28 \text{ kW} \times 0,86 = 30,35 \text{ kW}$

Método técnico: ASAE



| Trator | Solo | | | |
|-----------|----------|-------|-----------|-------|
| | Concreto | Firme | Cultivado | Solto |
| 4 x 2 | 0,87 | 0,72 | 0,67 | 0,55 |
| 4 x 2 TDA | 0,87 | 0,77 | 0,73 | 0,65 |
| 4 x 4 | 0,88 | 0,78 | 0,75 | 0,70 |
| Esteira | 0,88 | 0,82 | 0,80 | 0,78 |

Potência na barra de tração



CUIDADO

PARE



NÃO ESQUECER DE CORRIGIR A POTÊNCIA POR CAUSA DA ALTITUDE

Para motores aspirados, perde-se aproximadamente 1% da potência no motor a cada 100m de altitude. Para motores turbinados esta perda pode ser desconsiderada.

Este aumento na potência do motor do trator é adicionado após o cálculo da potência total exigida pelo implemento e da potência perdida pelo sistema de transmissão e contato roda-solo.

Perda de potência em função da altitude



| Altitude (m) | Motor Otto (%) | Motor Diesel (%) | | | |
|-----------------|-------------------|------------------|------|------|------|
| | | 0°C | 20°C | 30°C | 40°C |
| 300 | 5 | - | - | 4,0 | 9,0 |
| 400 | 8 | 1,0 | 2,0 | 6,0 | 11,0 |
| 500 | 10 | 1,5 | 2,0 | 7,5 | 12,5 |
| 600 | 12 | 2,0 | 5,0 | 8,7 | 14,0 |
| 700 | 14 | 2,5 | 6,5 | 10,0 | 15,5 |
| 800 | 16 | 3,2 | 8,0 | 11,2 | 17,0 |
| 900 | 18 | 4,0 | 9,0 | 12,2 | 18,0 |
| 1000 | 20 | 5,0 | 10,0 | 12,7 | 19,0 |
| 1300 | 22 | 7,0 | 15,0 | 17,7 | 22,5 |

Consumo de combustível



$$C_d = 2,64 \times 3,91 - 0,203 \sqrt{738X + 1,73}$$

C_d – consumo de diesel (l kw/h)

X – relação de potência disponível na TDP pela máxima

Exemplo



Um trator pesando 1618kg tem este peso distribuído da seguinte forma: 1181 kg nas rodas traseiras e 436 kg na dianteira. A rodagem dos pneus traseiro é 11,25"x36" e a rodagem dianteira é 5"x16".

Calcule a potência provável para vencer a resistência ao rolamento estando o mesmo se deslocando a 6,4 km h⁻¹ sobre um solo arenoso fino sem revolvimento

Cronograma de atividades

| Operações a serem executadas | 2007 | | |
|-------------------------------------|---------|----------|----------|
| | Outubro | Novembro | Dezembro |
| Dessecação | ■ | ■ | |
| Semeadura da soja | | ■ | ■ |
| Semeadura do milho | | ■ | ■ |
| Adubação de cobertura | | | |
| 1ºAplicação de herbicida | | | ■ |
| 1ºAplicação de inseticida | | | ■ |
| 1ºAplicação de fungicida | | | |
| 2ºAplicação de fungicida/Inseticida | | | |
| Ensilagem | | | |
| Transporte de silagem | | | |
| Transporte produto a CR | | | |
| Colheita da soja | | | |

| Operações a serem executadas | 2008 | | | | | |
|-------------------------------------|---------|-----------|-------|-------|------|-------|
| | Janeiro | Fevereiro | Março | Abril | Maiο | Junho |
| Dessecação | | | | | | |
| Semeadura da soja | | | | | | |
| Semeadura do milho | ■ | | | | | |
| Adubação de cobertura | | ■ | ■ | | | |
| 1ºAplicação de herbicida | | | | | | |
| 1ºAplicação de inseticida | ■ | | | | | |
| 1ºAplicação de fungicida | ■ | ■ | | | | |
| 2ºAplicação de fungicida/Inseticida | ■ | ■ | | | | |
| Ensilagem | | | | ■ | ■ | |
| Transporte de silagem | | | | ■ | ■ | ■ |
| Transporte produto a CR | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Colheita da soja | | | ■ | ■ | ■ | ■ |

Dias disponíveis de trabalho

Tempo disponível

Aqui levantam-se os dias que podemos realizar trabalho motomecanizado, levando em consideração:

- Dias de chuva;
- Dias de feriado, e domingos;
- Intensidade de precipitação;
- Vento, temperatura, insolação e nebulosidade;
- Tipos de solo.

Tempo disponível

Para o cálculo do tempo disponível para execução de uma operação agrícola realiza-se o seguinte cálculo:

$$T_d(h) = [N - (n_{df} + n_{du})] \times J(h)$$

T_d – é o tempo disponível;

N – é o número de dias do período da operação;

n_{df} – é número de domingos e feriados;

n_{du} – é o número de dias indisponíveis devido a umidade do solo;

J – é a jornada de trabalho.

Tendências

Algumas tendências podem ser inferidas, como:

- A possibilidade de que um dia sem chuva seja seguido por outro sem chuva é grande;
- A possibilidade de que um dia com chuva siga outro com chuva é grande;
- Um dia de solo seco seguirá seco a não ser que chova (Óbvio!!!!).
- 40 horas de trabalho por semana dividem uma semana seca de uma úmida

ENTÃO PERGUNTA-SE, COMO PROCEDER O PLANEJAMENTO?

Mas bahh,
Devemos fazer um
modelo que
incorpore as
variantes desse.

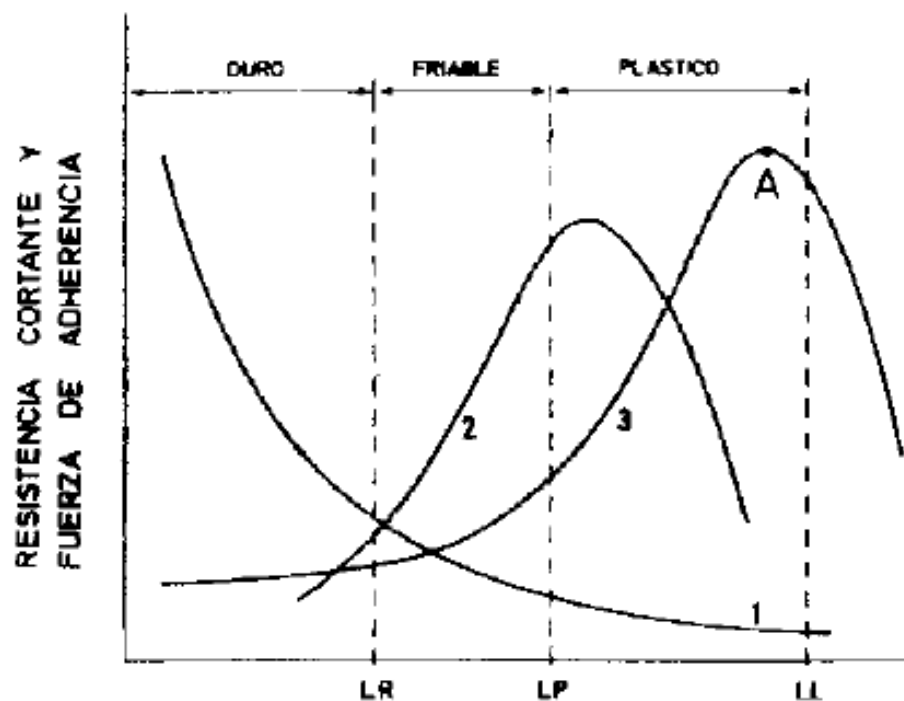


Dias de solo úmido

Alguns autores tentaram no passado estabelecer relações, segue abaixo uma delas.



| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--|---|-----------|----------|----|----|----------|----|----|
| Aplicação de adubo e produtos químicos, acondicionamento de forragem | | | | | | | | |
| | | Aração | | | | | | |
| Gradagem | | | | | | | | |
| | | Semeadura | | | | | | |
| Classe A | | | Classe B | | | Classe C | | |

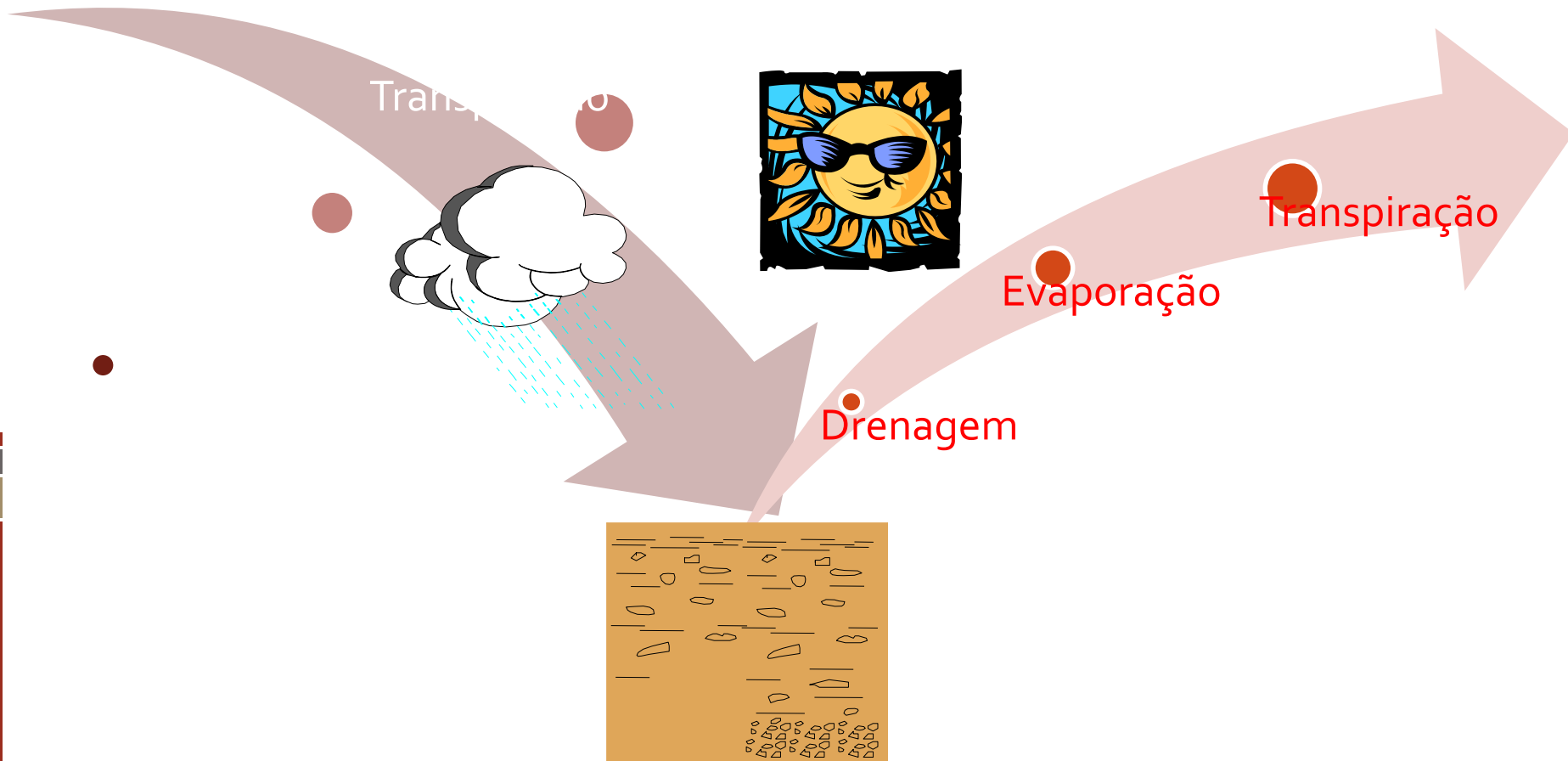


Balanço hídrico do solo



Em dias úmidos pode-se fazer pelo balanço hídrico do solo, considerando:

Entrada = saída



Dias indisponíveis ao trabalho devido à ação do vento



Alguns critérios podem ser usados com bastante precisão, como o listado abaixo.

Tabela : Critérios para utilização da pulverização (Spackman, 1983)

| Fator | Condição limitante |
|--------------|---|
| Operação | De dia Temperatura $> 1^{\circ}\text{C}$ Sem chuva, gelo ou nevoeiro Período de visibilidade ≥ 5 horas (seguidas) |
| Pulverização | Velocidade do vento de 1 a 5 m/s (medidos a ± 10 m da superfície) |

Período



É o espaço de tempo entre o início ao término de uma determinada operação, podendo ser fixo ou flexível.

Período fixo é aquele que não pode ser alterado sem afetar a produção de uma cultura.

Período flexível é aquele que pode ser alterado em função do planejamento.

Fatores que determinam a fixação dos períodos:

- Características fisiológica da cultura
- Comportamento climático da região

Dias trabalháveis



| Operações a serem executadas | sab/dom | Dias de feriado | Dias Chuva | Dias Úteis | Dias Umidos | Dias Disponível | Total horas d. (hs) | Área (ha) |
|-------------------------------------|---------|-----------------|------------|------------|-------------|-----------------|---------------------|-----------|
| Dessecação | 12 | 1 | 11 | 22 | 15,95 | 6,05 | 48,4 | 370 |
| Semeadura da soja | 12 | 1 | 11 | 31 | 15,95 | 15,05 | 120,40 | 370 |
| Semeadura do milho | 2 | 0 | 2 | 5 | 2,90 | 2,10 | 16,80 | 10 |
| Adubação de cobertura | 4 | 0 | 3 | 10 | 4,35 | 5,65 | 45,20 | 10 |
| 1ªAplicação de herbicida | 12 | 1 | 11 | 22 | 15,95 | 6,05 | 48,4 | 370 |
| 1ªAplicação de inseticida | 6 | 2 | 7 | 27 | 10,15 | 16,85 | 134,8 | 370 |
| 1ªAplicação de fungicida | 4 | 1 | 4 | 9 | 5,80 | 3,2 | 25,6 | 370 |
| 2ªAplicação de fungicida/Inseticida | 6 | 1 | 5 | 14 | 7,25 | 6,75 | 54 | 370 |
| Ensilagem | 4 | 0 | 4 | 15 | 5,80 | 9,2 | 73,6 | 10 |
| Transporte de silagem | 0 | 0 | 0 | 90 | 0 | 90 | 720 | 10 |
| Transporte produto a CR | | | | | | | | |
| Colheita da soja | 10 | 1 | 11 | 33 | 15,95 | 17,05 | 136,4 | 370 |

Tipos de planejamento

O planejamento pode ser realizado de três formas:

- Planejamento atrasado: Depois do período ótimo
- Planejamento avançado: Antes que termine o período ótimo
- Planejamento centrado: Mesmo intervalo do tempo ótimo

Efeitos quando executado planejamento atrasado



Quando executados este, pode-se passar por alguns imprevistos que resultam em danos, como:

- Semeadura e plantio:

Desenvolvimento de invasoras, compactação da superfície, erosão, perda de umidade, etc

- Atrasos influem nos fatores:

Comprimento do dia, temperatura, insolação disponível, precipitação, etc

Efeitos quando executado planejamento atrasado



- Controle de plantas invasoras:
Geram competição entre plantas por luz, água e nutrientes.
- O controle deve ser realizado antes que os prejuízos de estabeleçam.
- Um pesquisador Hunt, explicita que um dia de atraso no controle, reduz 1% na produtividade.

Simulações



Existem alguns modelos de simulação

Modelos de simulação:

- Suriname: Efeito do comprimento do dia e da temperatura na produção das culturas.
- Wofost (Wageningen, Holanda): Relação entre produção de milho em função da época de semeadura.
- Software SUCROS

Otimização do rotina operacional ou ritmo operacional

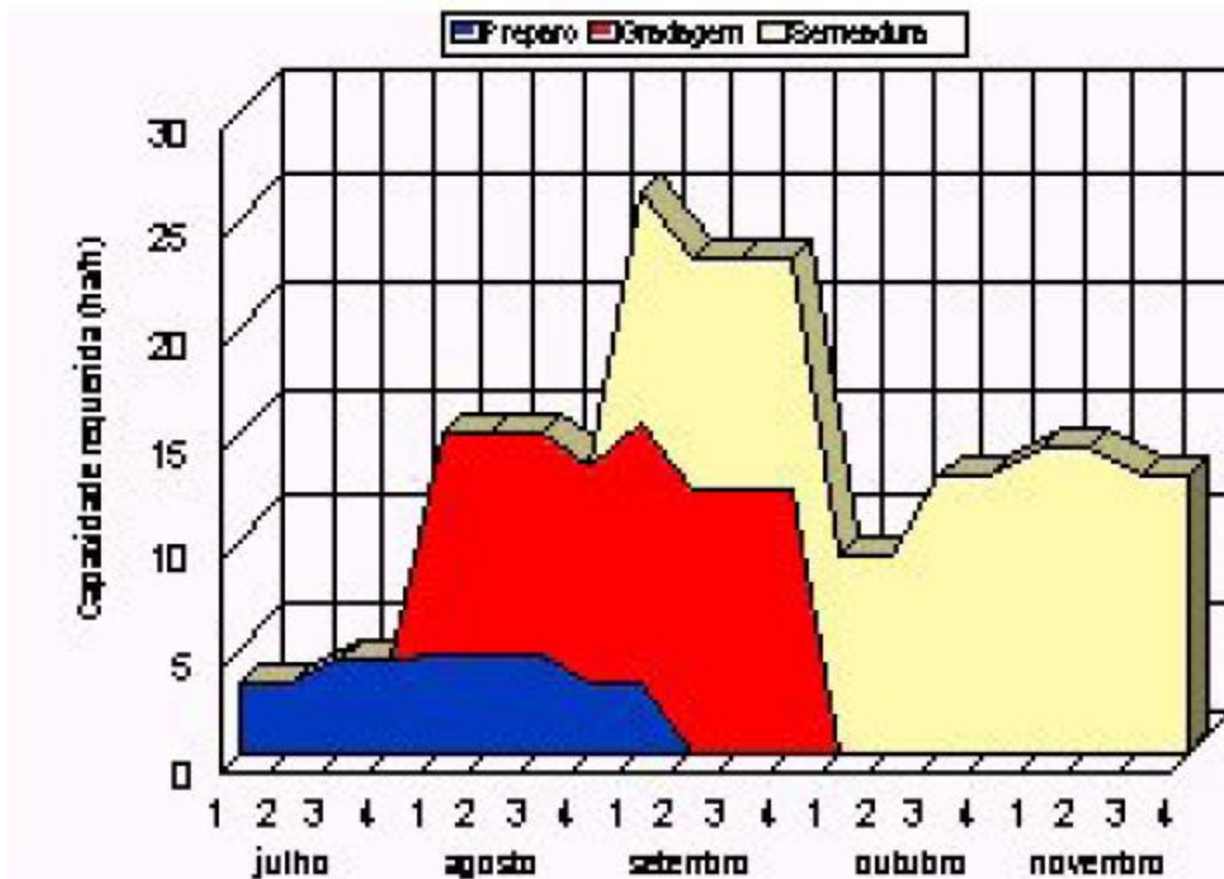


Este é muito importante para aumentar a rentabilidade de uma lavoura.

- Nas épocas de requerimento máximo haverá falta de máquinas ou uso no limite
- Nas épocas de requerimento mínimo haverá ociosidade de máquinas
- Solução: Diminuir os extremos

Ritmo operacional

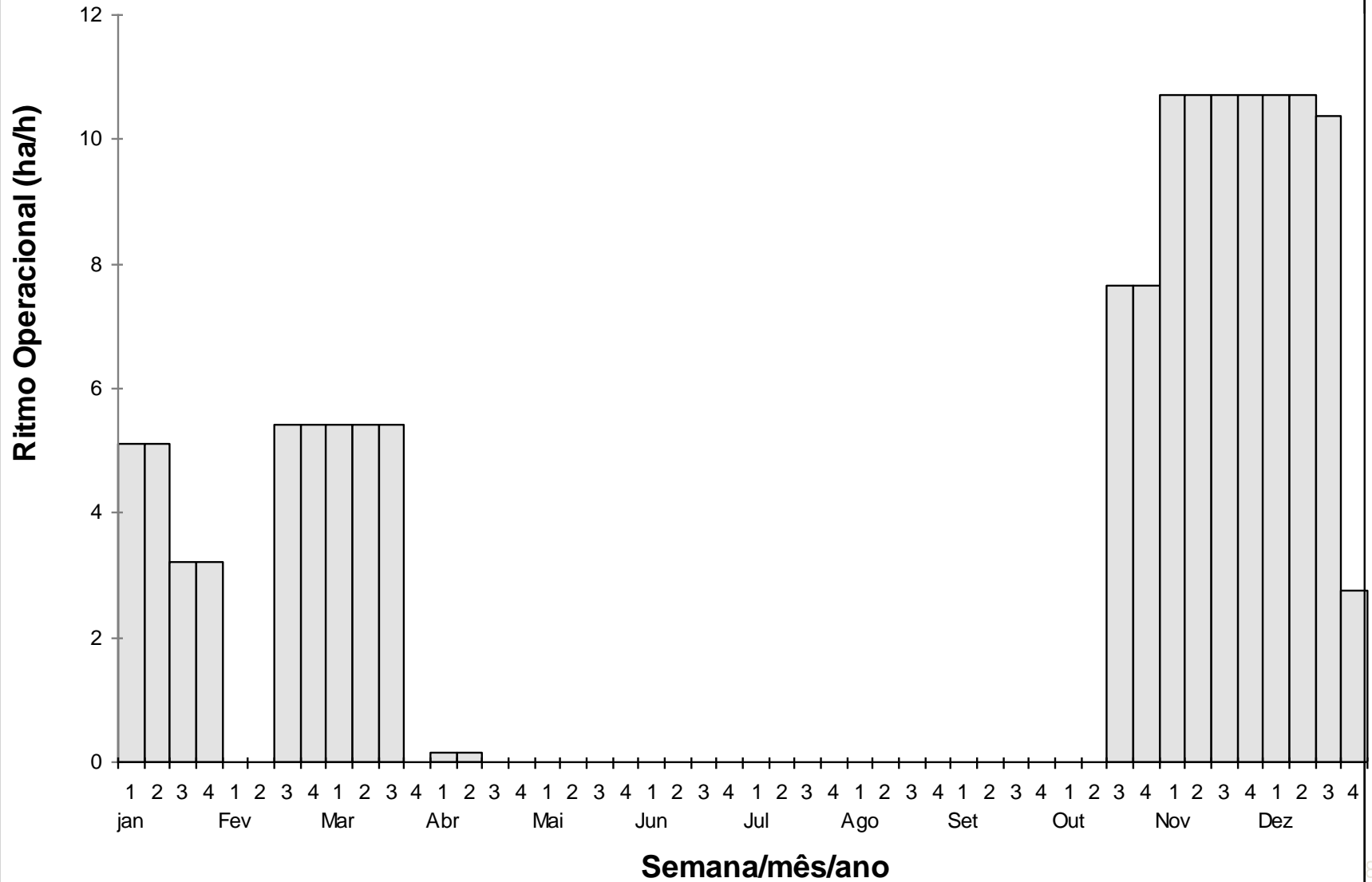
- Quantos tratores e semeadoras precisaremos em setembro



Lavoura de soja



Distribuição semanal do ritmo operacional



Como reduzir?



- Aumentar o período de execução dos períodos flexíveis.
- Aumentar a jornada de trabalho nos períodos de pico.
- Suprimir folgas.
- Proporcionar aluguel ou empréstimo de máquinas
- Procurar outras atividades econômicas.
- Prever atividades de manutenção e reforma.

Dimensionamento – quantidade de

máquinas e seleção

Já realizamos então



Dados da propriedade:

- Área das lavouras
- Características da área
- Histórico e registros das áreas

Estabelecimento do calendário de trabalho

- Calendário da cultura
- Calendário do preparo do solo
- Calendário do tratamento fitossanitário
- ...

Dimensionamento

- Capacidades
- Ritmo operacional
- Tempo disponível
- Períodos
- Tempo médio (h/ha)
- Quantidade de máquinas
- ...

Seleção das máquinas

Largura de trabalho



| Operação | Ritimo operacional | | Tempo médio (h/ha) | Velocidade (km/h) | Eficiência | Largura trabalho (m) |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|--------------------|-------------------|------------|----------------------|
| | Diário (ha/dia) | Horário (ha/h) | | | | |
| Dessecação | 61.16 | 7.64 | 0.13 | 8 | 0.75 | 12.74 |
| Semeadura da soja | 24.58 | 3.07 | 0.33 | 5 | 0.80 | 7.68 |
| Semeadura do milho | 4.76 | 0.60 | 1.68 | 5 | 0.80 | 1.49 |
| Aplicação de cobertura | 1.77 | 0.22 | 4.52 | 8 | 0.80 | 0.35 |
| 1ºAplicação de herbicida | 61.16 | 7.64 | 1.68 | 8 | 0.75 | 12.74 |
| 1ºAplicação de inseticida | 21.96 | 2.74 | 0.36 | 8 | 0.75 | 4.57 |
| 1ºAplicação de fungicida | 115.63 | 14.45 | 0.07 | 8 | 0.75 | 24.09 |
| 2ºAplicação de fungicida/Inseticida | 54.81 | 6.85 | 0.15 | 8 | 0.75 | 11.42 |
| ensilagem | 1.09 | 0.14 | 7.36 | 3 | 0.75 | 0.60 |
| Transporte de silagem | 0.11 | 0.01 | 72.00 | | | |
| Transporte produto a CR | 21.70 | 2.71 | 0.37 | | | |

Quantidade de máquinas



Depende do tipo de implemento, no geral é realizado pela largura de trabalho, calculada pela capacidade efetiva.

- Para escarificadores (ne):

$$ne = Lt(m) / e(m)$$

- Para grades(ng):

$$ng = (2 \cdot Lt(m)) / e(m)$$

- Para semeadoras(ns):

$$ns = Lt(m) / e(m)$$

$$Lt(m) = \frac{Cce \text{ (ha h}^{-1}\text{)} \times 10}{V(\text{km h}^{-1}) \times Ef}$$

Usando Ábaco para quantidade



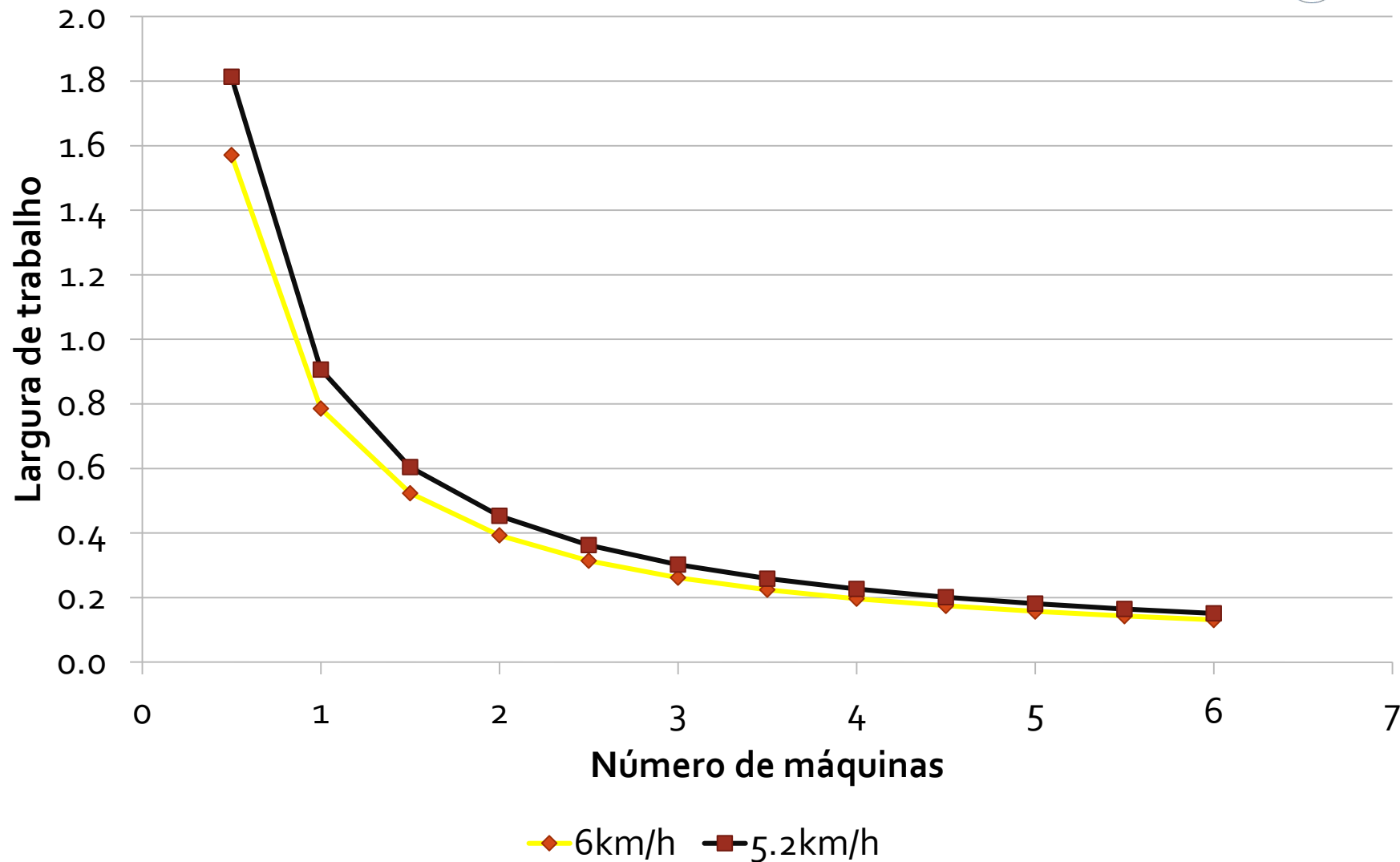
Deve-se plotar vários cenários, onde mantemos fixo o ritmo operacional, eficiência, e vemos para dadas larguras de trabalho, qual será o número necessário de conjuntos de máquinas (N) para uma dada velocidade.

$$N = \frac{Ro(m^2 / h)}{L(m) \times v(m / h) \times Efc}$$

$$N = \frac{k}{L}$$

$$k = \frac{Ro(m^2 / h)}{(m / h) \times Efc}$$

Ábaco para seleção de máquinas





Seleção de Máquinas Agrícolas



Demonstração à campo

Deve-se realizar demonstração de campo em conjunto com as revendedoras.

Cuidado, pois os comerciantes irão mostrar detalhes puramente comerciais não tecnicamente viáveis



Como fazer tal escolha??????????

Referências



- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. **D 497.4:** Agricultural machinery management data. St. Joseph: Agricultural Engineers Yearbook of Standards, 2003. p. 372-380.
- PERIN, G.F. **O determinação da capacidade e eficiência operacional utilizando técnicas de agricultura de precisão.** 114f. 2008. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2008.
- MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 301 p.
- SCHOLOSSER, J.F. **Planejamento da mecanização – parte 1.** Aula da disciplina de planejamento da mecanização agrícola no programa de pós graduação em Eng. Agrícola, UFSM. (pdf)
- BORDIGNON, J.; BATISTA, V.; THOMAS, C.A.K.; SILVA, S.N.; CEPIK, C.; TREIN, C.R. Demanda de tração em linha de semeadura em função de diferentes profundidades de atuação da haste e velocidades de operação, em semeadura direta. **Anais...** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola., 34. Canoas, 2005. CDROM.