

MANUTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

6- A condução dos tratores.

6.1- Utilização do motor.

6.2- Utilização dos tratores à tração

6.3- Utilização dos tratores à TDF

6.4- Utilização dos sistema de ajuda à condução

6.1- A utilização do motor

Potência motor

$$\text{Potência} = \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Força} * \text{Espaço}}{\text{Tempo}} = \text{Força} * \text{Velocidade}$$

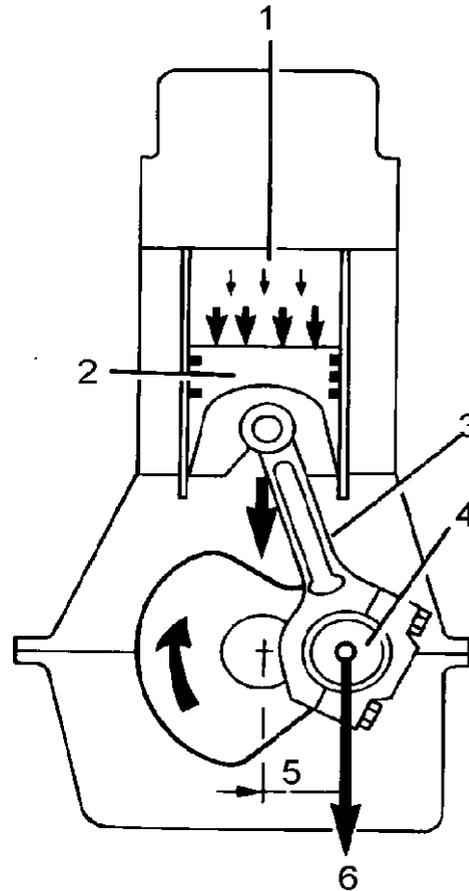
Factores que influenciam a potência:

- cilindrada,
- a velocidade de rotação da cambota (regime),
- a taxa de compressão;
- tipo de motor (atmosférico ou sobrealimentado).

A montagem de um turbocompressor, geralmente acompanhada de um sistema de arrefecimento do ar de admissão, permite aumentar a potência e o binário máximo de um motor, sem modificar a cilindrada ou o regime.

A presença de um turbocompressor permite também melhorar o rendimento do motor e seu consumo específico, sem diminuir a vida útil, e sem significativo aumento de peso.

Binário motor



Pressão exercida no êmbolo e transmissão da força à cambota

1- Pressão dos gases de combustão 2- Êmbolo 3- Biela 4- Cambota
5- Braço da cambota 6- Força

Binário motor

É o produto da pressão média exercida no topo dos êmbolos pelo braço da manivela da cambota. Quando a força das "explosões" dentro de cada cilindro aumenta, o binário também aumenta.

Regime motor vs binário

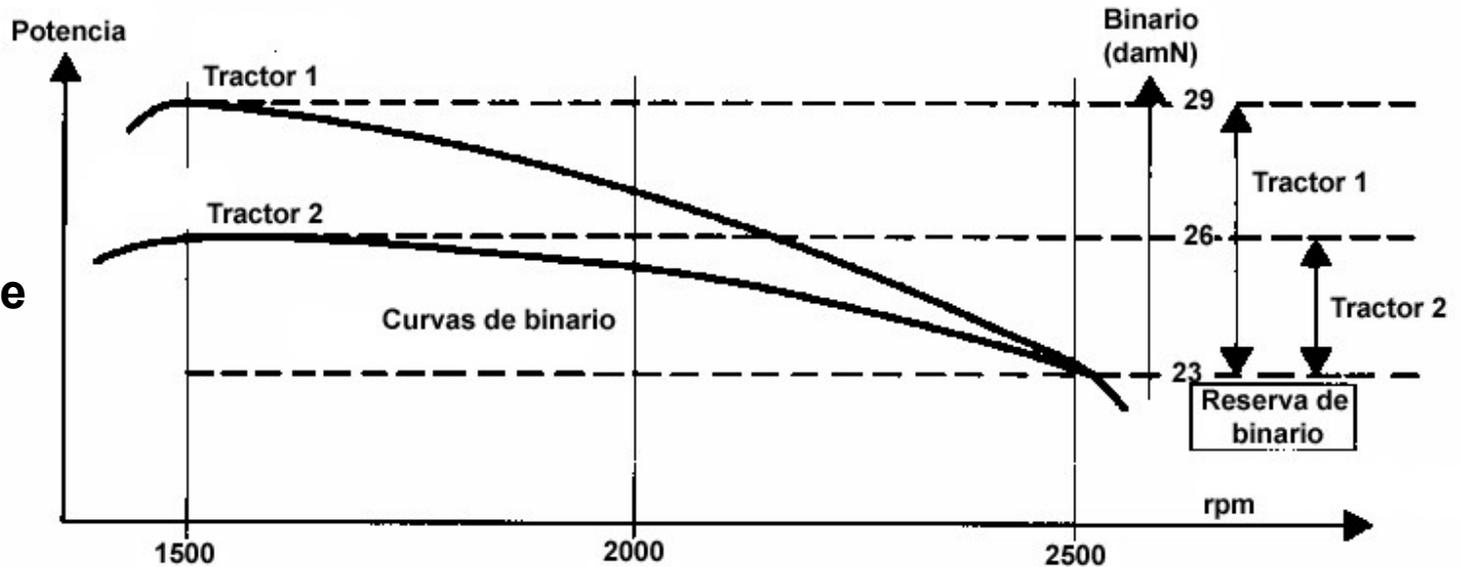
O valor do binário aumenta quando o regime, a partir do regime nominal (binário nominal) diminui, até ao regime a que se obtém o binário máximo, desde que não se diminua a alimentação do motor.

Volume de combustível injectado vs binário

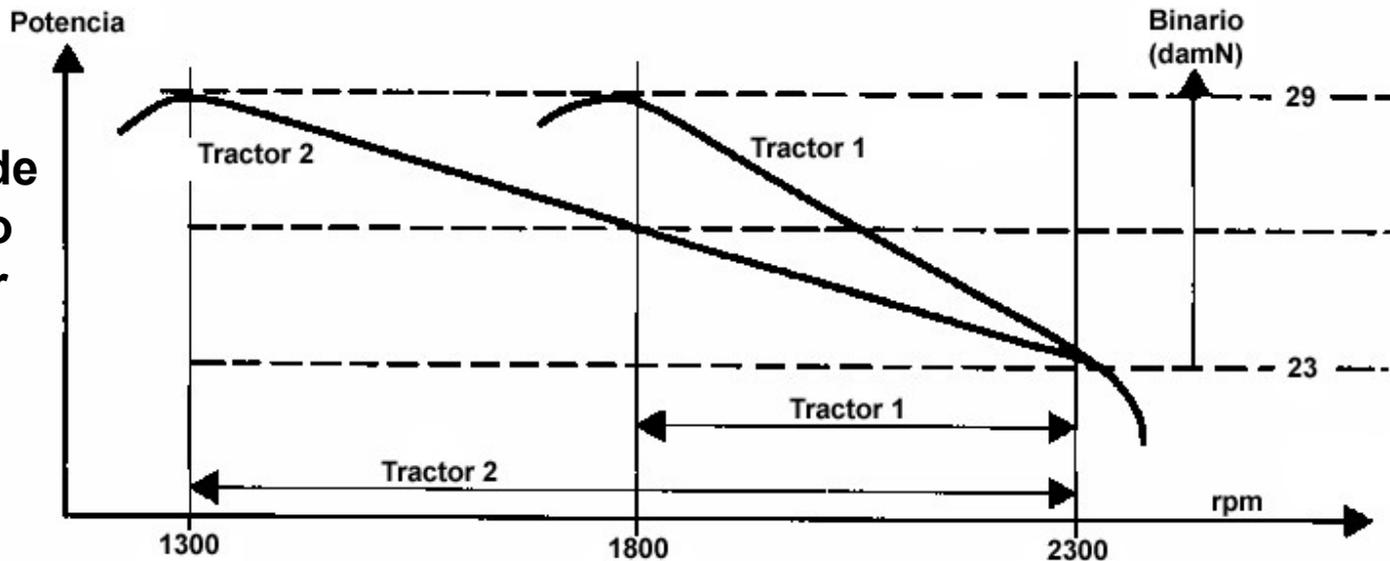
O valor do binário motor aumenta quando, mantendo o regime constante, aumenta o volume do combustível injectado. Este aumento resulta da actuação no pedal do acelerador ou, automaticamente, por acção do regulador da bomba injectora.

Departamento de Agronomia

Reserva de binário



Regimes de utilização do motor



Departamento de Agronomia

A análise do 1º gráfico permite constatar que o tractor 1 está melhor adaptado às variações de binário, porque permite suportar uma sobrecarga passageira superior ao tractor 2, ou seja:

Reserva de binário do tractor 1, em % = $((29 - 23) / 23) * 100 = 26 \%$

Reserva de binário do tractor 2, em % = $((26 - 23) / 23) * 100 = 13 \%$

A análise do 2º gráfico permite constatar uma maior variação na gama de regimes de utilização (diferença entre o regime correspondente ao binário nominal e máximo) no tractor 2 (1000 rpm) do que no tractor 1 (500 rpm), pelo que:

- em trabalhos de tracção, à potência nominal, o tractor 1 tem vantagem pois a perda de velocidade, resultante do acréscimo de sobrecarga, é menor;
- em trabalhos de tracção, com carga parcial, em que é possível trabalhar a um regime motor mais baixo, o tractor 2 tem vantagens, pois funciona a um regime mais próximo do correspondente ao binário máximo.

(cont.)

Um acréscimo na força de tracção que conduza a um valor de binário de 260 Nm vai fazer com que o regime do tractor 1 diminua para 2050 rpm e o do tractor 2 para 1800 rpm.

Em qualquer destas situações é possível ultrapassar essa sobrecarga sem precisar de mudar de relação de transmissão, pois não se atingiu o regime correspondente ao binário máximo.

Considerando que um tractor polivalente deve ter:

- uma reserva de binário de 20 - 30 %;
- uma gama de utilização de regimes de 800 - 1000 rpm.

O tractor 2 é mais polivalente que o tractor 1.

Nota:

O tractor 1 e 2 que estão a ser comparados no gráfico 2, têm a mesma potência, mesmo regime nominal, mesmo binário máximo e mesma reserva de binário (26 %).

Consumo específico e consumo horário

O consumo específico (g/kW.h) dos motores indica, por cada kW fornecido pelo motor, o consumo de combustível, em gramas por hora. O consumo específico traduz o rendimento do motor, pois permite comparar a energia absorvida com a fornecida (kW.h)

O consumo horário, expresso em L/h, obtém-se multiplicando o consumo específico pela potência do tractor (kW).

Influencia do regime motor na variação do consumo específico:

- baixos regimes - o aumento do consumo deve-se às maiores perdas de calor através das paredes dos cilindros, à condensação do fluido, devido à sua maior riqueza em combustível e à oscilação da pressão nas condutas de admissão;

- altos regimes - o aumento do consumo, deve-se, principalmente, à diminuição do rendimento mecânico da transmissão do movimento.

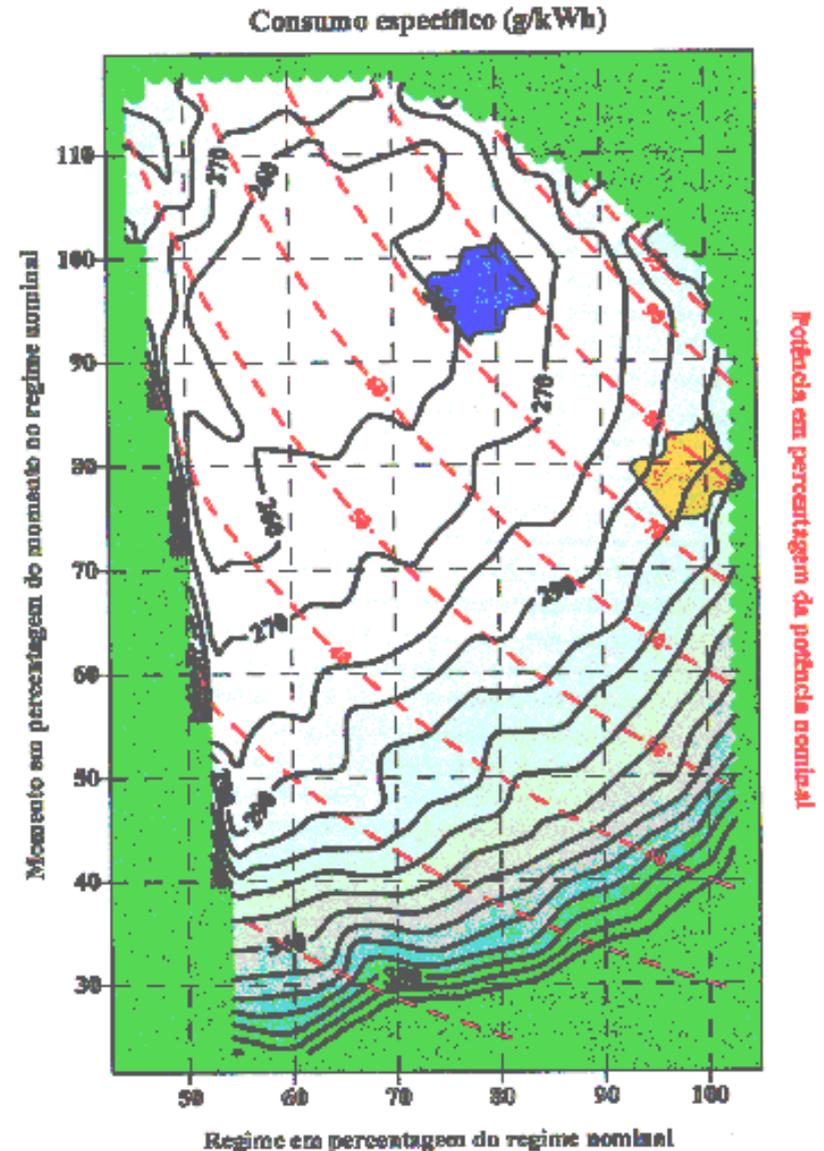
Consumo específico em duas situações de utilização diferentes

Situação a castanho:

- 70 - 80 % da potência nominal;
- regime, próximo do nominal;
- binário, \pm 80 % do binário máximo.

Situação a azul:

- 70 - 80 % da potência nominal;
- regime, \pm 80 % do regime nominal,
- binário, próximo do máximo



Variação do consumo específico em função do regime e carga motor (cont)

A observação das curvas de igual consumo específico em todos os regimes e cargas permitem concluir que:

- os consumos mais altos verificam-se nos regimes mais elevados e com fracas cargas (400 g/kWh);
- os consumos mais baixos situam-se nos regimes próximos do regime correspondente ao binário máximo e com cargas elevadas (220 g/kWh)

Em trabalhos de tração, em que o operador disponha de uma certa liberdade na escolha do regime motor, ele pode optar por, mantendo a mesma velocidade de deslocamento, escolher uma RT superior com uma redução do regime motor, aproximando-se do regime correspondente ao binário máximo.

Nesta situação o motor funciona em maior carga, menor consumo específico para a mesma potência fornecida, e menor consumo / h.

Departamento de Agronomia

Importância do consumo horário na escolha de um trator

Dados:

- 2 tratores de ± 70 kW
- utilização anual de 700 h (300 h em carga elevada e 400 h em carga baixa).

Resultados dos ensaios dos consumos / hora:

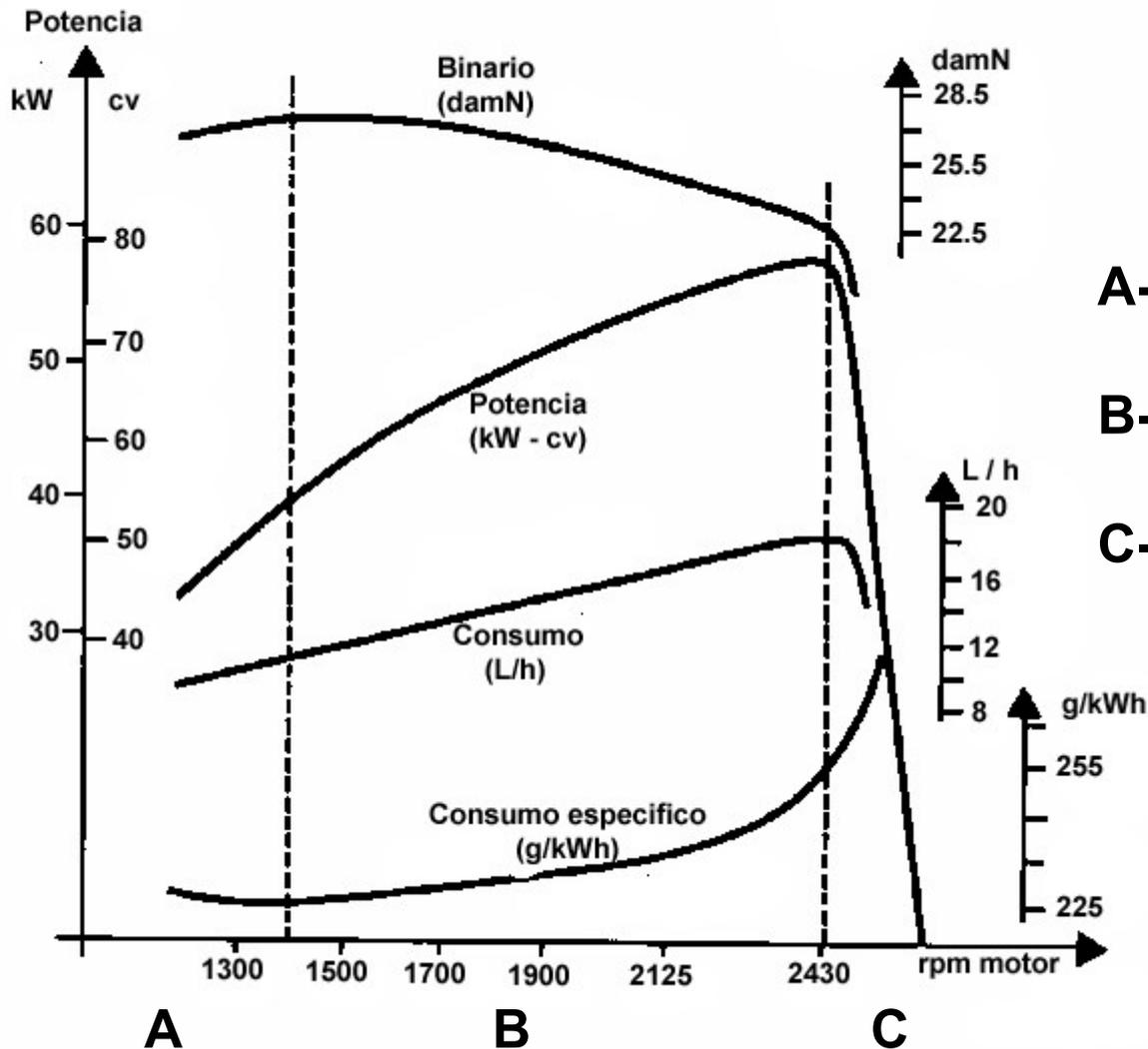
Tractor	Potência (kW)	Regime (rpm)	Cons.esp. (g/kWh)	L/h Carga elevada	L/h Carga baixa
A	68.0	2 200	255	18.46	11.80
B	67.6	2 461	253	20.15	13.08

Os tratores A e B têm características semelhantes mas os consumos hora diferentes:

Tractor A: $18.46 \text{ L/h} * 300 \text{ h} + 11.80 \text{ L/h} * 400 \text{ h} = 10\ 258 \text{ L}$

Tractor B: $20.15 \text{ L/h} * 300 \text{ h} + 13.08 \text{ L/h} * 400 \text{ h} = 11\ 277 \text{ L}$

A condução económica de um trator



A condução económica de um trator (cont).

A condução económica de um trator consiste em adaptar a potência disponível à potência necessária.

C- Zona de carga parcial ou zona de ação do regulador

É a zona compreendida entre o regime máximo e o regime nominal; é geralmente de 150 - 200 rpm.

O consumo nesta zona é elevado, sendo tanto mais elevado quanto menor for a carga motor.

B- Zona de plena carga

É a zona compreendida entre o regime nominal e o regime correspondente ao binário máximo. Nesta zona o consumo é baixo, sendo tanto mais baixo quanto mais se aproxima do regime do binário máximo.

A- Zona de “calage”

É a zona correspondente ao regime inferior ao do binário nominal. Neste regime a carga solicitada ao motor é superior à que o motor pode desenvolver.

Em conclusão:

A gama de utilização de regimes do motor está compreendida entre o regime nominal e o regime correspondente ao binário máximo.

Adaptação da potência disponível à potência necessária

Sendo a potência desenvolvida pelo motor igual à potência que lhe é solicitada, aquela pode ser obtida com um regime situado na zona C ou na zona B.

Correspondendo a zona C a consumos mais elevados há todo o interesse em situar o regime na zona B.

Exemplo:

Considere-se que para fazer uma mobilização a 6 km/h, pode-se utilizar três RT, com os seguintes regimes:

-1600 rpm; 2000 rpm; 2200 rpm.

Considera-se que o regime correspondente ao binário máximo é de 1400 rpm, o nominal de 2100 rpm e o máximo de 2300 rpm.

A zona de acção do regulador é de 200 rpm

Departamento de Agronomia

	Regime em carga (rpm)	Consumo (L/h)	Regime em vazio (rpm)
1º RT	2200	21.6	2250
2º RT	2000	20.0	2100
3º RT	1600	17.5	1800

Sendo a zona de acção do regular de 200 rpm o regime, em carga, da 1 e 2ª RT “caem” na zona C pelo que conduzem a consumos mais altos que a 3º RT, cujo regime já “cai” na zona B.

A utilização de regimes correspondentes à zona C permitem, no entanto, diminuir as variações de regime resultantes da variação das cargas como, por exemplo, das resultantes da heterogeneidade do terreno. Quanto maior for a heterogeneidade do terreno maior terá de ser a reserva de binário.

Com a 3ª RT está-se a trabalhar junto da potência máxima permitida por esse regime, pelo que a reserva de binário é praticamente nula.

Utilização do trator em tração

Em trabalhos de tração existem numerosos fatores consumidores de potência o que implica que a potência disponível à barra possa ser bastante inferior à potência do motor.

Principais fatores que condicionam a capacidade de tração:

- a caixa de velocidades;
- os órgãos de locomoção e as características do solo;
- a massa do trator e sua distribuição nos eixos.

A caixa de velocidades

- número de relações de transmissão;
- escalonamento das relações de transmissão

Número de relações de transmissão

A caixa de velocidades de um trator deve ter um número suficiente de relações de transmissão entre os 4 - 10 km/h, para permitir uma melhor adaptação das características do motor aos diferentes trabalhos.

Importância de dispor de um número elevado de RT

Consideremos que :

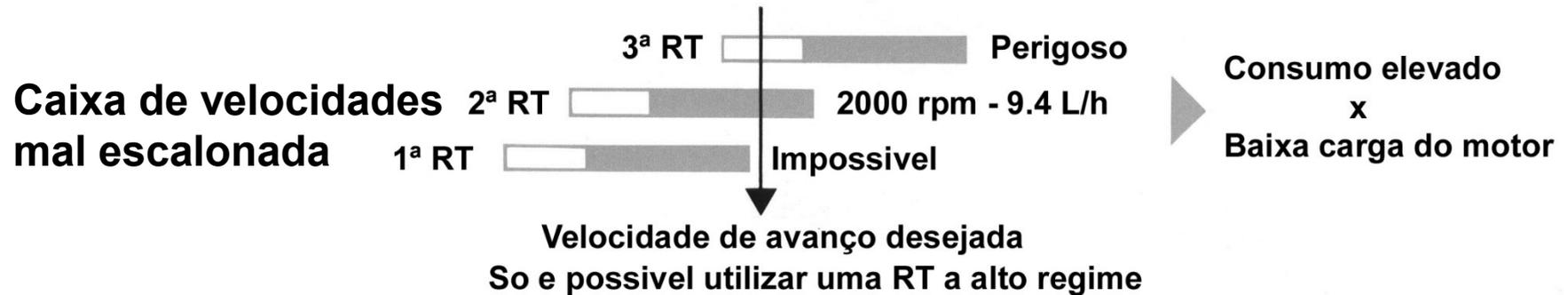
- a RT3 permite obter uma força de tracção de 10000 N;
- a RT4 permite obter uma força de tracção de 5000 N, mas com o dobro da velocidade da RT3.

Considerando uma situação em que a FT necessária seria de 6000 N, apenas se poderia utilizar a RT3, com uma velocidade bastante inferior à possível de obter com a RT4.

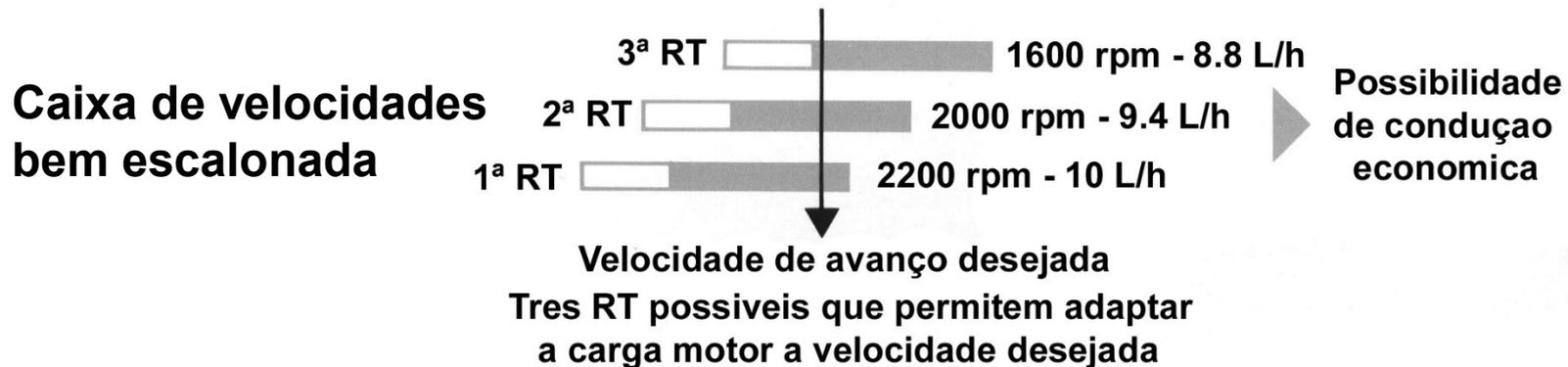
A presença de uma RT “entre” as duas anteriores permitiria desenvolver a força de tracção necessária e obter uma velocidade superior.

Importância do escalonamento da caixa de velocidades

Tractor 1



Tractor 2

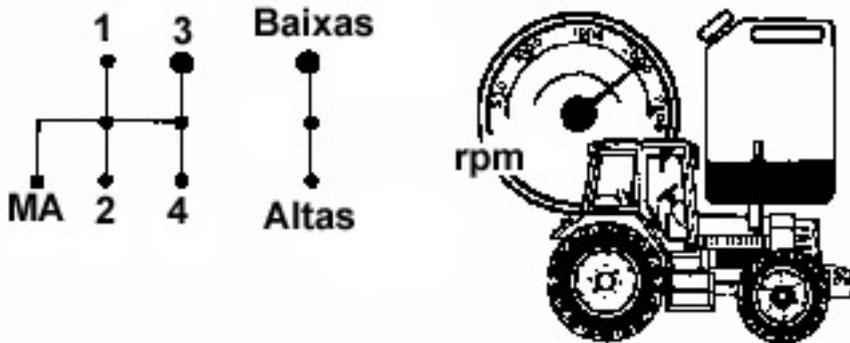


Nota: As zonas claras das barras correspondem a sobrecargas do motor

Departamento de Agronomia

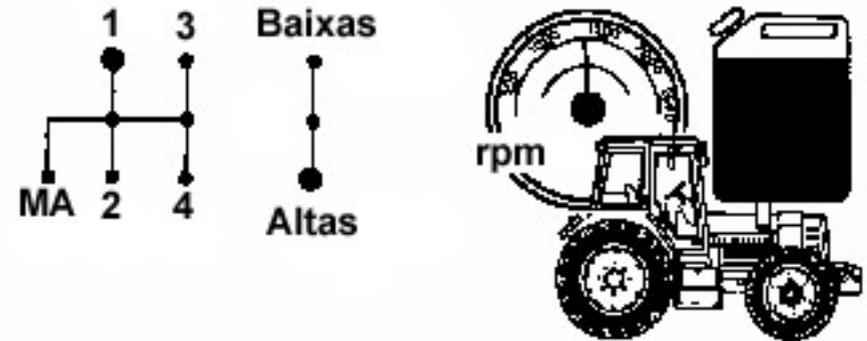
Influência do regime motor e da potência desenvolvida no consumo

5.5 km/h



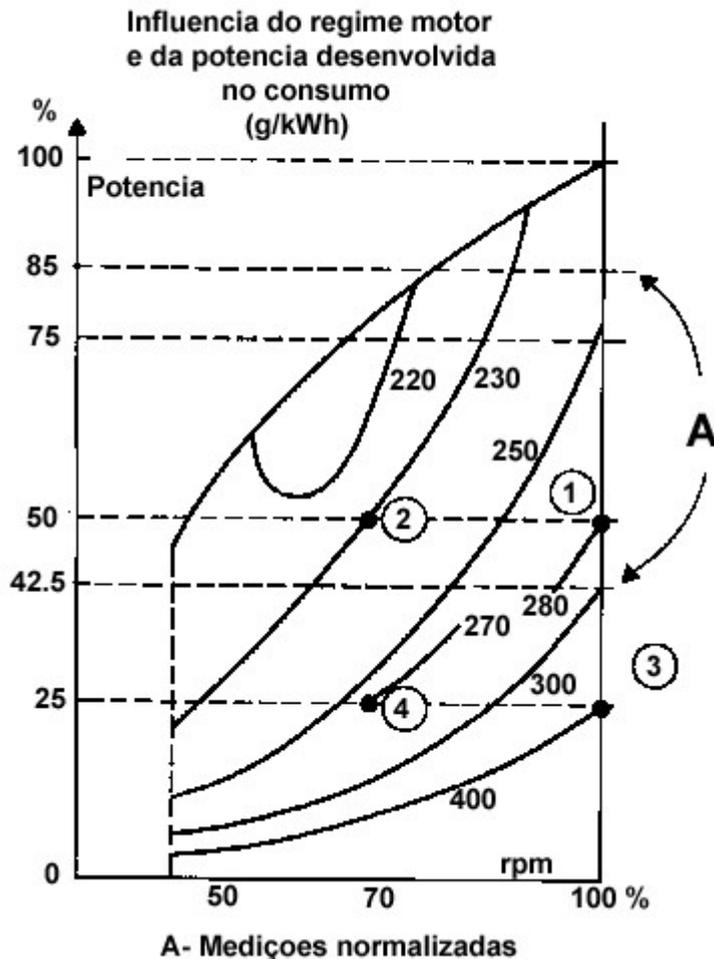
Tractor em 3ª B a 2000 rpm
consumo elevado
Pontos 1 e 3 do grafico

5.5 km/h



Tractor em 1ª A a 1400 rpm
economia de 30 % de combustível
Pontos 2 e 4 do grafico

Manter a mesma velocidade de deslocamento mas utilizando RT superiores com regimes inferiores, desde que a força de tracção desenvolvida não seja limitante. (Gear - up trothel down)



Ponto 1 - Motor a 50 % da sua potência e ao regime nominal (2000 rpm).

Consumo – 280g/kWh

Ponto 2- O motor a 50 % da sua potência e a 70 % do regime nominal (1400 rpm)

Consumo de 230 g/kWh

Do ponto 1 para o 2, o consumo baixa 18 %

Ponto 3- O motor a 25 % da sua potência e ao regime nominal (2000 rpm).

Consumo - 400 g/kWh

Ponto 4 - Motor a 25 % da sua potência e a 70 % do regime nominal (1400 rpm)

Consumo 270 g/kWh.

Do ponto 3 para o 4, o consumo baixa 33 %

Utilização dos tratores à TDF.

As perdas de potência motor para a TDF são bastante baixas, pois dependem praticamente da potência necessária para vencer o atrito da cadeia de transmissão.

Comparando dois tratores cujos motores tenham a mesma reserva de binário e regimes nominais próximos, o mais interessante para trabalhos à TDF é o que tiver o regime motor, que permite o regime normalizado da TDF, mais próximo do regime correspondente ao binário máximo, pois permite manter mais constante o regime da TDF e a velocidade de deslocamento do trator.

Importância de dispor de mais que uma velocidade na TDF.

Possibilidade de escolher a RT da TDF mais elevada, mas fazendo-a funcionar ao regime normalizado (540 rpm) a um regime mais baixo do motor. Esta opção só é possível se a potência desenvolvida for suficiente para trabalhar com o equipamento em causa.

Os sistema de ajuda à condução

Os sistemas electrónicos de ajuda à condução permitem:

- obter o melhor rendimento da máquina;
- controlar o funcionamento do tractor;
- gerir o trabalho efectuado pelo tractor e equipamento

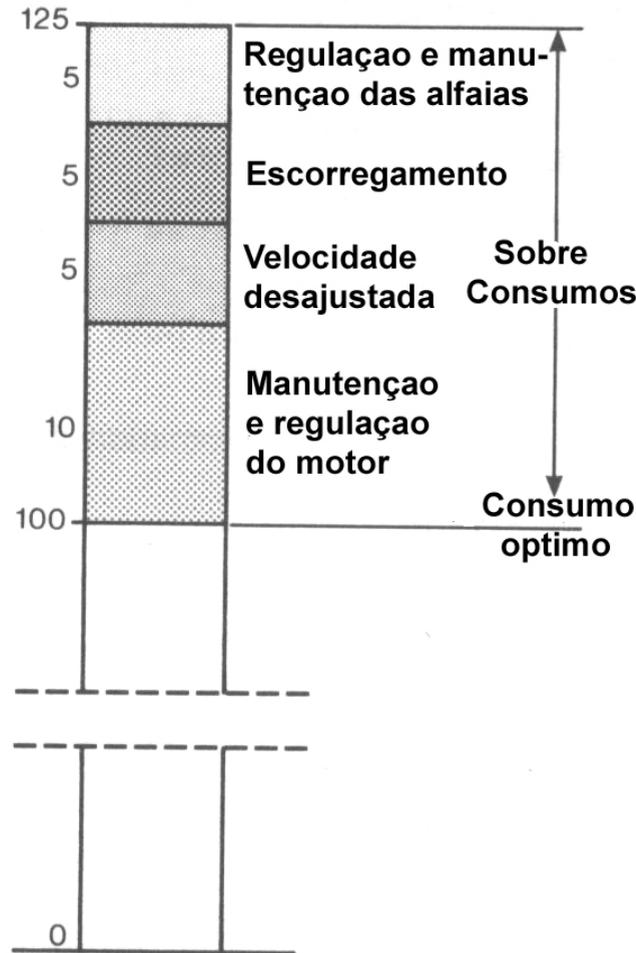
A presença de um medidor de débito que indique, em tempo real, o consumo instantâneo, permite ao operador escolher o regime vs relação de transmissão, correspondente ao menor consumo.

A indicação do consumo / hora, permite determinar os encargos com os combustíveis gastos nos transportes, trajectos para as parcelas, operações culturais, etc.

A presença de um radar e de um dispositivo electrónico de medição da velocidade teórica, permite limitar o escorregamento.

Departamento de Agronomia

Factores que, em utilização normal do tractor, aumentam o consumo de combustível



Bibliografia

Santos, F. (1996). Características e prestações dos motores alternativos. Vila Real. UTAD. 19 pp.

Contribuição para a optimização do sistema dinâmico tractor-alfaia de mobilização do solo (1997)

Peça, J; Serrano, J.; Pinheiro, A.; Carvalho, M.; Nunes, M.; Ribeiro, L.; Santos, F. (1998). Tractor Performance Monitor-optimizing tractors and implement dynamic in tillage operating. Paper nº 98-A-131. Oslo. AgEngOslo

Serrano, João. M., Peça, J. O., Pinheiro, A., Carvalho, M., Nunes, M., Ribeiro, L. e Santos, F. (2000). Solicitações de tracção em grades de discos: Validação de modelos de previsão em solos do Alentejo. 2as Jornadas Nacionais de Mecanização Agrária. Santarém

Serrano, J.; Peça, J.; Pinheiro, A, Carvalho, M.; Nunes, M.; Ribeiro, L.; Santos, F. (2000). *The effects of gang angle of offset disc harrows in work rate and fuel consumption.* Paper. Warwick. AgEng Warwick 2000.

Bibliografia (cont)

Peça, J.; Serrano, J.; Pinheiro, A.; Carvalho, M.; Nunes, M.; Ribeiro, L.; Santos, F. (2000). Simple settings towards fuel economy in disk harrowing. Paper nº R 3113. XIV Memorial CIGR World Congress 2000. University of Tsukuba. Japan.

Serrano, J.; Peça, J. O.; Pinheiro, A.; Carvalho, M.; Nunes, M.; Ribeiro, L.; Santos, F. (2001). Validação de modelos de previsão de tracção em grades de discos. Proceedings do "1er Congreso Nacional de Ingeniería para la Agricultura y el Medio Rural-AgroIngeniería2001", Volumen I, Universidad Politécnica de Valência, Valência, 19-21 de Septiembre de 2001, 125-130.

Serrano, J.; Peça, J.; Pinheiro, A.; Carvalho, M.; Nunes, M.; Ribeiro, Santos, F. (2002). Ficha técnica de um ensaio de tractores agrícolas em mobilização do solo. Vida Rural nº 1677: 18-19

Serrano, J.; Peça, J.; Pinheiro, A.; Carvalho, M.; Nunes, M.; Ribeiro, L.; Santos, F. (2002). Condução eficiente do tractor agrícola em tracção. 2as Jornadas Politécnicas de Engenharia. Setúbal. 8 pp.