

“Ensaio de campo de tracção: contribuição para a optimização do desempenho do tractor agrícola”

JOÃO M. P. R. SERRANO*, JOSÉ O. PEÇA*, A. C. PINHEIRO*, MÁRIO DE CARVALHO*
MÁRIO NUNES**, LUÍS RIBEIRO**, FERNANDO SANTOS***

A equipa de mecanização agrícola da Universidade de Évora, em colaboração com o INETI e com a UTAD, realizou ensaios de campo de tracção no âmbito do projecto PAMAF 8.140. As variáveis estudadas têm um reconhecido interesse prático, uma vez que são muito poucos os dados de campo conhecidos em condições de trabalho reais no Alentejo. É apresentado neste artigo um resumo da investigação realizada, tendo-se escolhido como exemplo para ilustrar as principais conclusões dos trabalhos, apenas um dos mais de vinte ensaios levados a cabo na região.

Na ficha de ensaio seguinte são apresentadas as características: - do solo; - do tractor (incluindo as curvas de desempenho obtidas em ensaios com um freio dinamométrico ligado à tomada de força); - e da alfaia; para além de um resumo dos resultados obtidos em termos dos principais parâmetros de avaliação medidos. Os resultados reportam-se à utilização do conjunto tractor-grade de discos “offset” rebocada em 3 condições do solo: - não mobilizado (restolho de Trigo); - lavrado; - e lavrado e gradado.

Foram consideradas as seguintes variáveis no estudo:

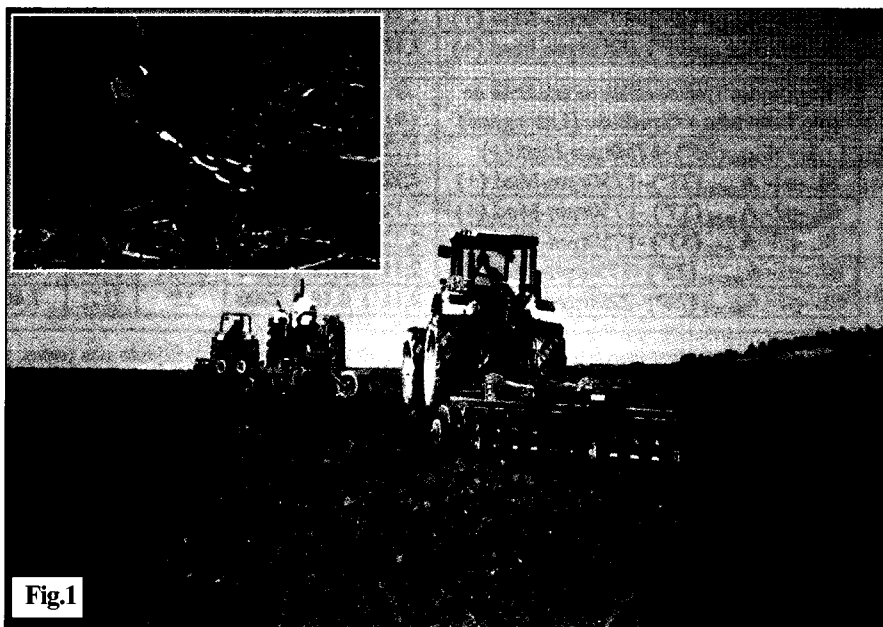
-a regulação do par regime do motor - relação de transmissão da caixa de velocidades;

-a colocação ou não de lastro líquido nos pneus do tractor;

-a regulação da pressão de enchimento dos pneus do tractor;

-a regulação da abertura dos corpos da grade e a adaptação da velocidade de trabalho.

Apesar de terem sido medidos durante os ensaios diversos parâmetros, foram seleccionados como indicadores de análise das diferentes opções, a capacidade de



trabalho (C_t , em ha/h) e o consumo de combustível por unidade de área trabalhada (C_{ha} , em L/ha).

D) A regulação do par regime do motor - relação de transmissão da caixa de velocidades

A gestão das opções que se oferecem ao operador de um tractor agrícola, ao nível do regime de funcionamento do motor e da relação de transmissão da caixa de velocidades, representa um dos aspectos com maior impacto

na eficiência de utilização do combustível. Neste artigo apresentam-se os resultados obtidos com três diferentes combinações regime-mudança:

a) 1750rpm - Mud(+): correspondente à selecção de um regime do motor de cerca de 80% do regime nominal (2200 rpm) e à escolha, por tentativas, da mudança mais alta permitida;

b) 2200rpm-Mud(-): opção apenas utilizada na condição de solo não mobilizado e que consistiu em seleccionar o regime nominal do

FICHA DE ENSAIO

Local: Monte do Loureiro (Évora); **Solo:** Franco-arenoso (69% de areia; 17% de limo; 14% de argila); **Humidade relativa média (na camada de solo até 20 cm profundidade)= 13%;**
Tractor: Massey-Ferguson 3060 (59 kW); **curvas de desempenho (de isoconsumo específico) na figura 2;**
Alfaia: Grade de discos "offset" Herculeano HPR 20-24;
Resultados:

Regulações Tractor-alfaia na condição de solo Não Mobilizado	Φ (m)	d (m)	n _v (rpm)	Mud	n _c (rpm)	vr (km/h)	i (%)	Ct (ha/h)	T (kN)	Ch (L/h)	Cha (L/ha)
L - A _{max} (46°) -2200rpm-Mud (-)	2,11	0,17	2200	13°	2159	6,46	4	1,36	16,66	15,96	11,71
L - A _{min} (46°) -1750rpm-Mud (+)	2,11	0,17	1750	17°	1600	6,70	5	1,41	16,54	13,49	9,55
SL -p1- A _{max} (46°) -1750rpm-Mud (+)	2,11	0,17	1750	17°	1609	6,61	10	1,39	16,45	13,07	9,38
SL -p1- A _{max} (37°) -1750rpm-Mud (+)	2,09	0,16	1750	17°	1666	6,93	10	1,45	14,41	12,03	8,30
SL -p1- A _{max} (37°) -2200rpm-Mud (+)	2,09	0,16	2200	17°	2092	8,66	8	1,81	14,94	17,80	9,84

Regulações Tractor-alfaia na condição de solo Lavrado	Φ (m)	d (m)	n _v (rpm)	Mud	n _c (rpm)	vr (km/h)	i (%)	Ct (ha/h)	T (kN)	Ch (L/h)	Cha (L/ha)
L - A _{min} (37°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,21	1750	13°/15°	1670	5,31	9	1,12	16,33	12,71	11,30
SL -p1- A _{min} (37°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,21	1750	13°/15°	1656	5,24	9	1,11	16,10	11,39	10,26
SL -p2- A _{min} (37°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,21	1750	13°/15°	1643	5,14	14	1,09	15,87	11,69	10,72
SL -p3- A _{min} (37°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,21	1750	13°/15°	1673	5,23	15	1,11	15,50	12,40	11,18
SL -p1- A _{max} (33°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,21	1750	15°	1668	5,81	9	1,23	15,31	11,58	9,40
SL -p1- A _{max} (33°) -2200rpm-Mud (+)	2,12	0,21	2200	13°/15°	2109	6,63	8	1,41	15,34	16,81	11,95

Regulações Tractor-alfaia na condição de solo Lavrado e Gradado (Lav+grad)	Φ (m)	d (m)	n _v (rpm)	Mud	n _c (rpm)	vr (km/h)	i (%)	Ct (ha/h)	T (kN)	Ch (L/h)	Cha (L/ha)
L - A _{min} (33°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,18	1750	15°	1653	5,75	8	1,22	14,92	12,97	10,63
SL -p1- A _{min} (33°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,18	1750	15°	1666	5,74	10	1,22	14,12	11,52	9,47
SL -p2- A _{min} (33°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,18	1750	15°	1681	5,72	14	1,21	13,65	12,68	10,46
SL -p3- A _{min} (33°) -1750rpm-Mud (+)	2,12	0,18	1750	15°	1630	5,52	12	1,17	13,60	12,92	11,04
SL -p1- A _{max} (28°) -1750rpm-Mud (+)	2,11	0,18	1750	15°/17°	1682	6,33	11	1,34	13,00	12,29	9,21
SL -p1- A _{max} (28°) -2200rpm-Mud (+)	2,11	0,18	2200	15°	2151	7,46	9	1,57	13,11	16,07	10,21

Legenda: L-tractor com lastro líquido nos pneus; SL-tractor sem lastro líquido nos pneus; p1/2/3- pressão de enchimento dos pneus do tractor; A_{min} / A_{max}-abertura máxima ou abertura menor dos corpos da grade de discos "offset" (em graus); 1750/2200 rpm-regime do motor em vazio (n_v); Mud (-) / (+) -Mudanças abaixo da mais alta permitida (-) ou a mais alta permitida (+); Φ - largura de trabalho; d-profundidade de trabalho; n_c-regime do motor em carga; vr-velocidade real de trabalho; i-patinagem das rodas motoras; Ct-capacidade de trabalho; T-tracção na barra; Cha -consumo de combustível por hectare;

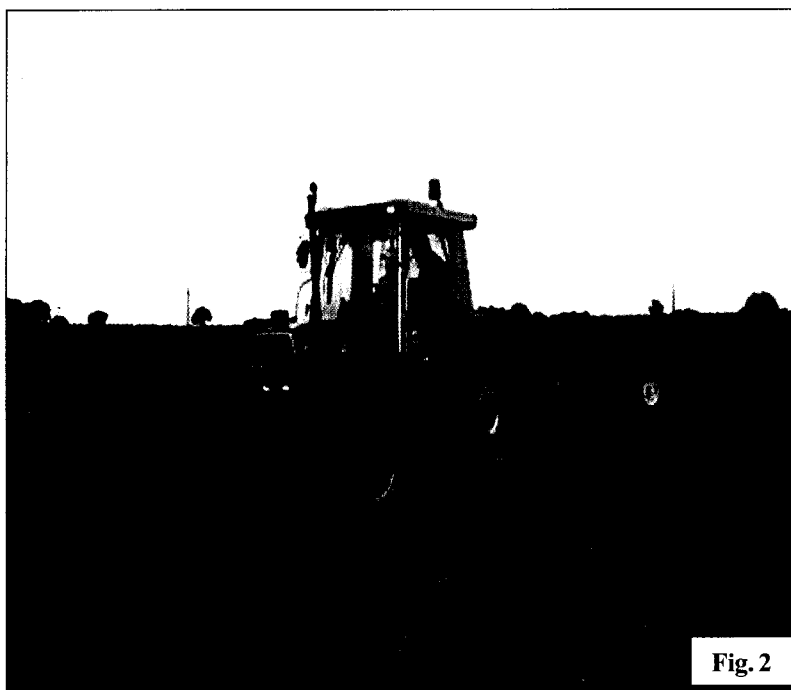
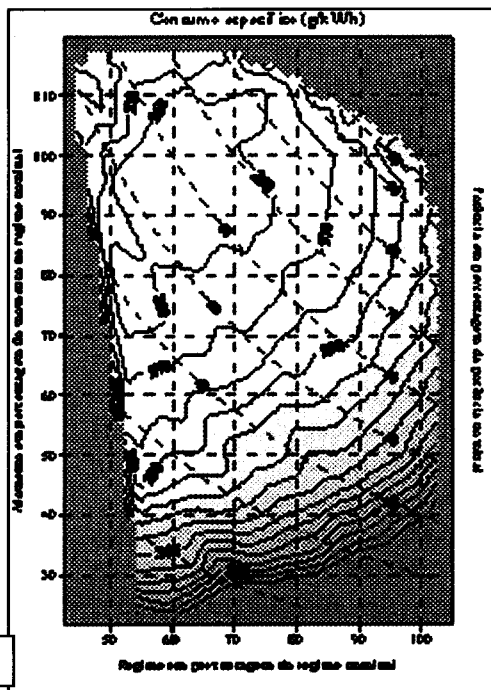


Fig. 2



motor e mudanças abaixo da mais alta que as condições de trabalho permitiriam, procurando manter a velocidade de trabalho, obtida na regulação anterior;

c) **2200rpm-Mud(+)**: com a selecção do regime nominal do motor e a escolha, por tentativas, da mudança mais alta permitida.

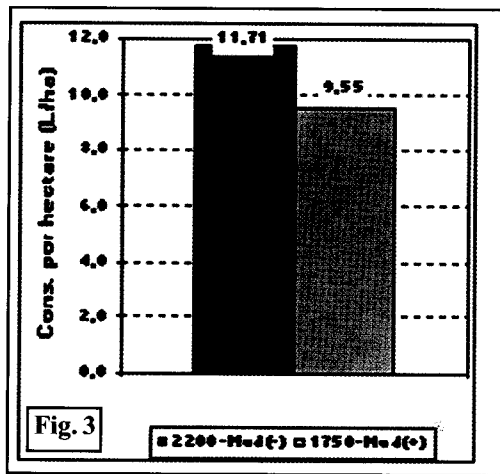
No procedimento de selecção da mudança mais alta permitida em cada situação de ensaio, impuseram-se 3 condições:

-a combinação regime-mudança não devia conduzir a velocidades de trabalho excessivas tendo em conta a segurança e o conforto do operador;

-a velocidade assim obtida não devia colocar em questão os objectivos técnicos e a qualidade do trabalho pretendido;

-o par mudança-regime assim definido não devia conduzir a situações de sobrecarga do motor; sempre que se verificassem quebras do regime em carga superiores a 200 r.p.m. relativamente ao regime estabelecido em vazio, o operador seleccionava uma mudança imediatamente abaixo.

Com a regulação identificada por **2200rpm-Mud(-)** pretendeu-se representar uma situação muito habitual junto dos nossos operadores de tractores agrícolas na região, ou



seja, a operação com regimes do motor elevados e mudanças relativamente baixas. A avaliação das curvas de desempenho do tractor utilizado (figura 2), obtidas em ensaios realizados com um freio dinamométrico ligado à tomada de força, mostra que essa regulação não corresponde à máxima eficiência da utilização do gasóleo, ou seja, de consumo específico mínimo.

A combinação **1750rpm-Mud(+)** enquadra-se numa zona correspondente ao máximo rendimento do motor (definida pela conjugação de regimes da ordem dos 60 a 80% do regime nominal e de grau de utilização da potência nominal entre 50 e 80%), onde o consumo específico no tractor referido oscila entre 260 e 270g/kWh.

A combinação **2200rpm-Mud(+)**, apesar de em termos de consumo específico se situar numa zona pouco eficiente (cerca de 300 g/kWh), equivalente neste parâmetro à regulação **2200rpm-Mud(-)**, o que constitui um agravamento entre 11 a 15% relativamente ao consumo específico mínimo, poderá ser uma opção em situações que impõem a necessidade de realizar elevadas capacidades de trabalho.

Os resultados obtidos nos ensaios realizados comprovam a importância da correcta gestão do par mudança-regime, tendo evidenciado que a técnica de escolher mudanças mais altas e regimes mais baixos (tratamento **1750rpm-Mud(+)**) pode conduzir a importantes economias de combustível, relativamente à utilização comum de regimes perto do regime nominal do motor e da selecção de mudanças baixas (tratamento **2200rpm-Mud(-)**). No ensaio utilizado como exemplo, o consumo de combustível por hectare passou de 11,71 L/ha nesta regulação para 9,55 L/ha, a que corresponde uma redução de cerca de 18% (figura 3).

Ao agricultor cabe a decisão sobre uma das seguintes opções:

- otimizar o consumo por hectare (tratamento **1750rpm-**

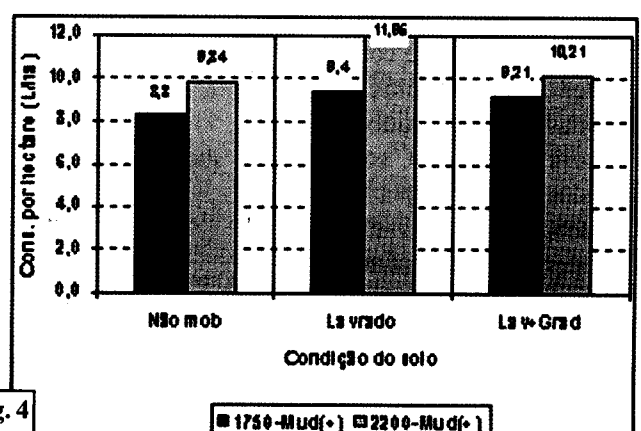
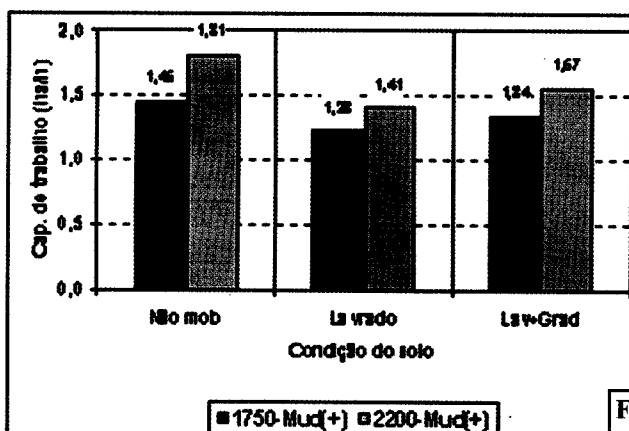


Fig. 4

Mud(+)), conduzindo o tractor na base de um compromisso entre ter suficiente reserva de momento e obter um funcionamento económico do motor, em termos de consumo de combustível (figura 4);

- ou otimizar a capacidade de trabalho (tratamento **2200rpm-Mud(+)**), com base em regimes de funcionamento do motor próximo do regime nominal, se a sua limitação for imposta pela disponibilidade de tempo para realização das operações culturais na altura adequada com os meios de que dispõe; em contrapartida à vantagem de menores custos de oportunidade (operador e tractor mais cedo disponíveis para outros trabalhos), traduzidos em acréscimos na capacidade de trabalho, superiores a 15 %, corresponderá um consumo de combustível mais elevado (acréscimo na média das 3 condições de solo de 16 %, figura 4).

II) A colocação ou não de lastro líquido nos pneus do tractor (figura 5)

A utilização de lastro líquido nos pneus dos tractores agrícolas é muito habitual nas explorações agrícolas do Alentejo. O argumento principal de que se servem os agricultores para justificarem esta opção prende-se com a redução das oscilações sentidas pelos operadores, especialmente em solos lavrados. Este efeito positivo da lastragem sobre o conforto do operador nem sempre encontra suporte na literatura. Upadhyaya e Lanças (1994), por exemplo, aconselham a não utilização de água na lastragem dos pneus radiais



uma vez que tem um efeito de endurecimento que reduz a capacidade para controlar os saltos do tractor em determinadas circunstâncias de tracção (“power hop”), os quais podem ser controlados com a utilização de pressões de enchimento adequadas. Márquez (1990), por sua vez, considera que o inconveniente do lastro líquido nas rodas reside no aumento de vibrações a que fica sujeito o condutor ao reduzir o efeito amortecedor do ar. O argumento apresentado pelos agricultores pode, inclusivamente, não servir tendo em conta as

possibilidades de regulação que permitem actualmente os assentos do condutor e a tendência para estas possibilidades não serem exploradas.

Se, no mínimo, é discutível a utilização de lastro líquido em face da perspectiva de conforto do operador, já em termos de compactação do solo, é de esperar que esta aumente nas situações de pneus lastrados de água, com as consequências negativas que se conhecem.

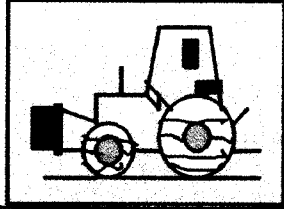
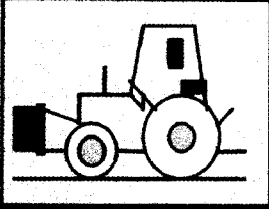
Qualquer destas questões, conforto do operador ou compactação do solo, com as quais a existência de lastro líquido tem implicações, sai do âmbito deste artigo, o qual fornece alguns indicadores de carácter técnico sobre a utilização ou não deste tipo de lastro em pneus de tractores agrícolas.

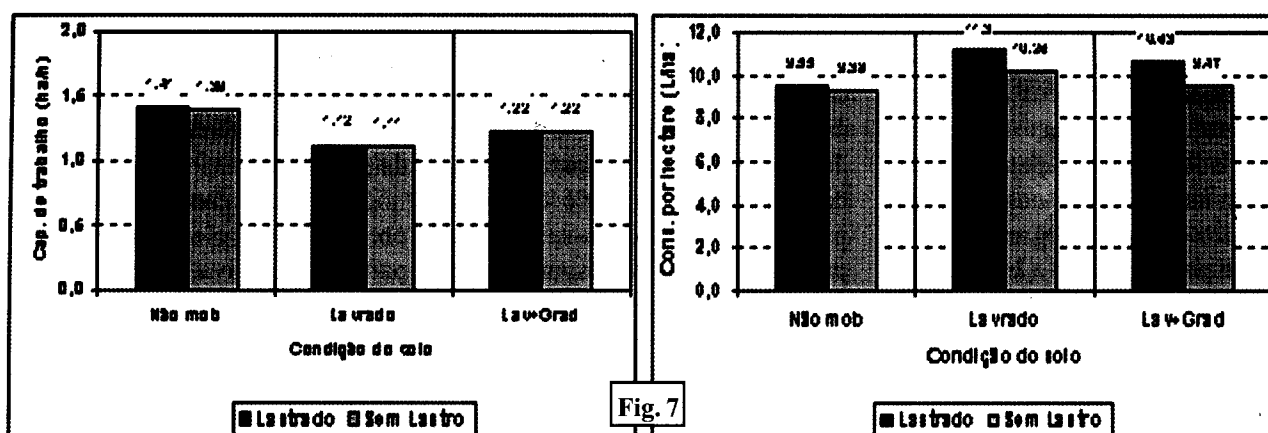
Foram testadas 2 situações de lastragem do tractor (figura 6):

- situação com lastro líquido nos pneus (**L**), correspondente à utilização de lastro líquido nas rodas, a 75% do seu nível máximo, e contrapesos montados no sistema hidráulico frontal;

- situação sem lastro líquido nos pneus (**SL**), correspondente à utilização de contrapesos montados no sistema hidráulico frontal.

Fig. 6 - Situações de Lastragem e de pressão de enchimento dos pneus.

		
	Situação L (Lastrado)	Situação SL (sem lastro líquido)
Peso do tractor (daN)	5850	5200
Percentagem de peso sobre o eixo dianteiro (%)	50	52
Pressão dos pneus dianteiros (kPa)	125	p1 100 p2 140 p3 190
Percentagem de peso sobre o eixo traseiro (%)	50	48
Pressão dos pneus traseiros (kPa)	100	p1 70 p2 140 p3 190



A primeira é uma situação típica no Alentejo. A segunda é uma alternativa à primeira, mantendo os contrapesos frontais, com que habitualmente os tractores vêm equipados, mas retirando o lastro líquido dos pneus.

No que confere ao efeito da utilização ou não de lastro líquido sobre o parâmetro capacidade de trabalho (figura 7), este não foi significativo em qualquer das condições de solo testado.

No que respeita ao consumo de combustível por hectare (figura 7), verificou-se uma diminuição sistemática deste parâmetro na situação de ensaio sem lastro líquido nas rodas, com especial impacto nas condições de solo mobilizado, onde a redução atingiu os 11%. Pode, por isso, pôr-se em causa a necessidade deste lastro adicional em condições habituais de utilização dos tractores agrícolas em mobilização do solo para instalação de culturas de sequeiro no Alentejo.

As considerações apresentadas neste artigo circunscrevem-se aos resultados obtidos com um determinado tractor agrícola, em condições típicas de trabalhos de gradagem encontradas no Alentejo, na preparação de solos de textura franca para instalação de culturas de

sequeiro. Não se encontram representadas condições correspondentes a tractores com diferentes relações peso/potência ou a solos com outras classificações texturais ou com outros teores de humidade.

Quanto à necessidade de lastro líquido para aumentar o conforto e a segurança, argumento que os operadores utilizam frequentemente para justificar a sua opção de manterem os pneus com água, especialmente em trabalhos sobre solos lavrados, carece de avaliação, particularmente em face dos avanços verificados neste sector nos tractores modernos.

III) A regulação da pressão de enchimento dos pneus do tractor (figura 8)

A gestão da pressão de

enchimento dos pneus é um processo simples, todavia, pouco utilizado pelos agricultores, que tendem a optar por pressões de enchimento relativamente elevadas, independentemente do tipo de utilização do tractor, justificadas como forma de preservação da vida útil do pneu.

A revisão do estado actual dos conhecimentos sobre o efeito da pressão no desempenho de pneus de tractores agrícolas (Serrano, 2002) revela que, em cada condição de trabalho, se o par lastro / pressão é adequado, reflectido em valores de patinagem das rodas dentro de um intervalo aceitável (normalmente de 5 a 15 %, em função das condições do solo), reduzir a pressão de enchimento dos pneus apresenta pequena interferência no rendimento de tracção. Ou seja, atingidas condições aceitáveis de tracção, não há vantagem em continuar a reduzir a pressão de enchimento dos pneus. Pelo contrário, o inverso, ou seja, aumentar a pressão, especialmente com variações importantes, pode reflectir-se em substanciais acréscimos da patinagem e significativas quebras no rendimento de tracção, com implicações negativas na capacidade de trabalho e no consumo de



Fig. 8

combustível por hectare.

A variável pressão de enchimento dos pneus foi testada encontrando-se o tractor de ensaio equipado com contrapesos frontais e sem lastro líquido nas rodas. Os ensaios tiveram lugar em duas condições de solo (lavrado ou lavrado e gradado), tendo sido considerados 3 níveis de pressão de enchimento dos pneus (figura 6):

- situação **p1**: 100 kPa (1 bar) à frente e 70 kPa (0,7 bar) atrás;
- situação **p2**: 140 kPa (1,4 bar) à frente e atrás;
- situação **p3**: 190 kPa (1,9 bar) à frente e atrás.

A primeira modalidade (**p1**) foi seleccionada tendo subjacentes 2 critérios:

1º) Tabelas de recomendações do fabricante dos pneus ("Michelin") para condições de campo, de acordo com a carga estática por pneu;

2º) Como regra prática, a deflexão dos flancos não deve ultrapassar 20% da altura da secção transversal do pneu (Macnab *et al.*, 1977; Márquez, 1990), por forma a não pôr em causa a vida útil do pneu ou mesmo a ligação entre este e a jante.

A escolha de uma pressão mínima de 70 kPa nos pneus traseiros, superior ao recomendado

pelo fabricante (50 kPa), deve-se à necessidade de garantir o 2º critério, ou seja, uma deflexão dos pneus não superior a 20% da altura da secção transversal, para a carga dinâmica em causa. No caso dos pneus dianteiros optou-se por uma pressão mínima correspondente à recomendada pelo fabricante de acordo com a carga dinâmica respectiva, uma vez que esta não conduzia a excessiva deflexão dos pneus.

A segunda modalidade (**p2**) foi estabelecida a partir da recomendação apresentada no "Manual do Operador" do tractor em causa.

A situação mais extrema (**p3**), com pressão mais elevada, foi incluída atendendo à frequência com que estas pressões são encontradas nos tractores agrícolas utilizados na região, com a justificação de que pneus com maior pressão duram mais tempo porque apresentam menor deflexão.

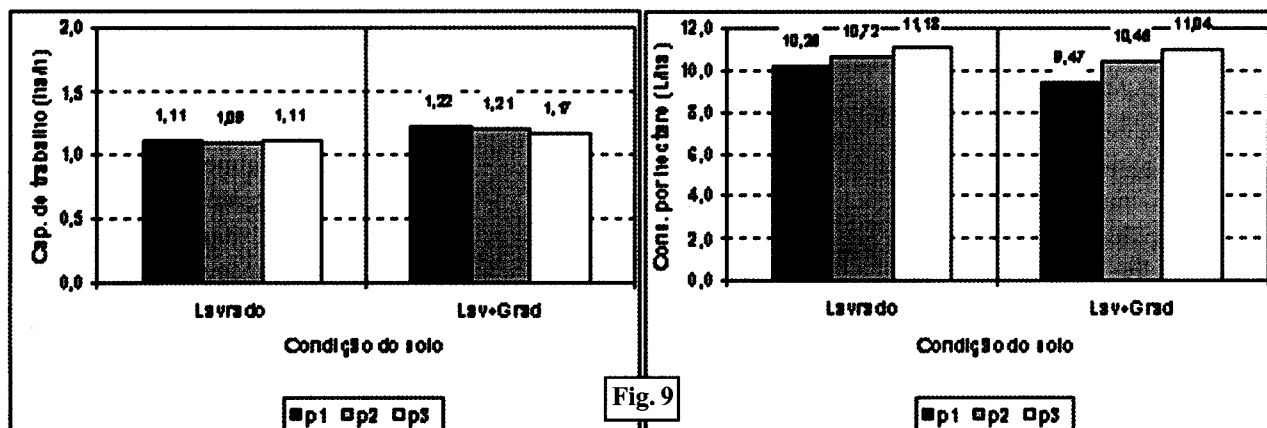
A figura 9 ilustra o efeito da pressão de enchimento dos pneus sobre os parâmetros aferidores. Verificou-se que a pressão de enchimento dos pneus não produziu diferenças significativas na capacidade de trabalho, tendo-se revelado o seu efeito sobre o consumo de combustível por hectare. Este parâmetro registou acréscimos da ordem dos 10 a 15%

na situação de pressão elevada (**p3**), relativamente à situação de pressão recomendada pelas tabelas de carga-pressão dos fabricantes de pneus (**p1**).

Pode assim considerar-se que a pressão mais elevada (**p3**) é, à partida, excessiva, uma vez que se espera que promova maior compactação do solo e é também aquela que se espera que menos amortença as vibrações resultantes das rugosidades que o pneu encontra no solo.

A pressão mais baixa (**p1**), apresenta uma melhoria significativa do indicador consumo por hectare, no entanto, é também a situação em que se espera um maior desgaste dos pneus, em particular na ligação do talão do pneu à jante. Por essa razão, encontra no agricultor as maiores reservas, exigindo o restabelecimento de pressão mais elevada sempre que o tractor se deslocar em pavimento rígido, para garantir o cumprimento da vida útil normal dos pneus.

A indicação do fabricante de tractores, aconselhando uma pressão intermédia (**p2**), estabelece o compromisso entre a conservação do pneu e a aderência do mesmo, sem comprometer a capacidade de trabalho ou o consumo de combustível por hectare. Esta é a forma de libertar o agricultor da preocupação do ajustamento da



pressão de enchimento dos pneus, atendendo às utilizações bastante diversas a que o tractor está sujeito, e sabendo também que na larga maioria das horas de trabalho o mesmo se encontrará em situações de transporte em pavimento rígido.

IV) A regulação da abertura dos corpos da grade e a adaptação da velocidade de trabalho

As actuais grades de discos "offset", equipadas com actuadores hidráulicos, comandados a partir do posto de condução do tractor, permitem uma fácil regulação da abertura dos corpos (figura 10) e uma adaptação permanente às condições de trabalho encontradas. Visto que esta regulação tem efeito sobre o esforço de tracção solicitado pela grade de discos, o operador pode conjugar a abertura da grade com a velocidade de trabalho, por forma a garantir o efeito desejado no solo, procurando reduzir os custos de produção.

Nos ensaios realizados foram consideradas as seguintes variáveis:

A_{máx.} - correspondente à abertura máxima permitida em cada local e condição de solo;

A_{menor} - correspondente a uma abertura menor, sem comprometer o efeito mecânico sobre o solo (por apreciação visual no local) e que, sempre que possível permitisse a selecção de mudanças mais altas.

A abertura máxima foi escolhida por forma a não bloquear os corpos da grade e a garantir que o deslocamento do tractor se realizasse a velocidade aceitável.

Relativamente a esta variável é possível considerar o efeito sobre o esforço de tracção, a profundidade de trabalho, a capacidade de trabalho e o consumo de combustível.

No que se refere ao esforço de

tracção solicitado pela alfaia, verificou-se uma diminuição deste parâmetro por efeito simultâneo da redução do ângulo de abertura da grade e aumento da velocidade de trabalho. Uma vez que, segundo a literatura, seria de esperar um ligeiro aumento do esforço de tracção em função da velocidade de avanço e um decréscimo do esforço de tracção solicitado pela grade ao diminuir o ângulo de ataque dos discos, então a redução do esforço de tracção registado nos ensaios terá resultado da diminuição do ângulo de ataque dos discos, a qual prevaleceu sobre o aumento de esforço em consequência da maior velocidade de trabalho.

A tendência verificada nos



ensaios realizados foi para a manutenção da profundidade de trabalho, ou para uma ligeira diminuição, ao reduzir o ângulo de abertura dos corpos da grade e ao aumentar a velocidade de trabalho. A principal justificação para este facto assenta na reduzida diminuição proporcionada no ângulo de abertura dos corpos da grade e, consequentemente, no ângulo de ataque dos discos e também no estreito intervalo de variação da velocidade de trabalho.

A redução do ângulo de abertura dos corpos da grade correspondeu a uma diminuição no

esforço solicitado pela alfaia. Esta redução do esforço solicitado pela grade teve como consequência imediata a disponibilidade para uma velocidade de trabalho mais elevada e, proporcionalmente, também uma maior capacidade de trabalho (figura 11). Este acréscimo na capacidade de trabalho traduz, fundamentalmente, o salto permitido em termos de relação de transmissão, embora também esteja relacionado com o efeito da patinagem.

A questão energética encontra-se reflectida no consumo de combustível por hectare. O combustível é fornecido ao motor para produzir como resultado final a mobilização do solo. Nesta transformação, o efeito pretendido,

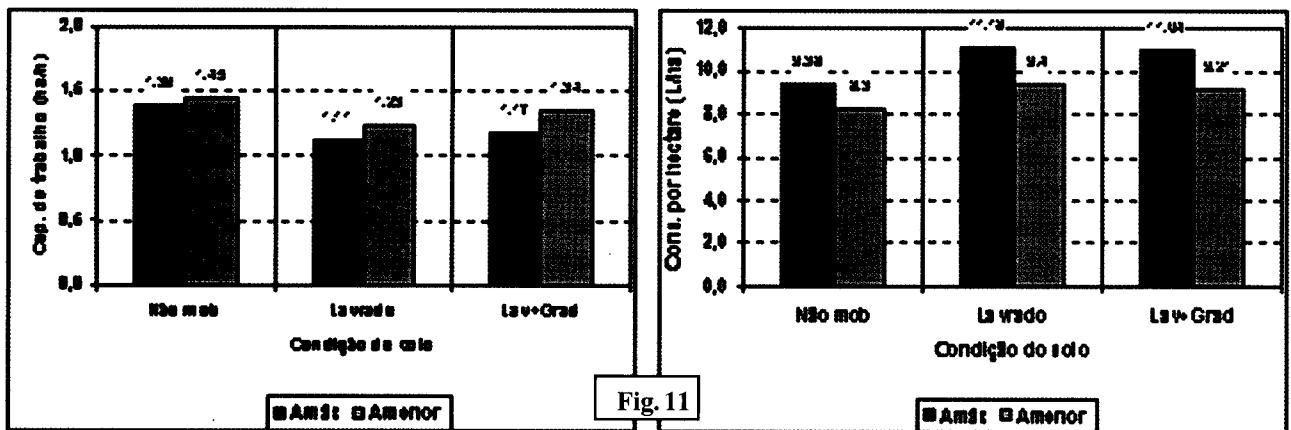
de fragmentação do solo, se for realizado com maior eficiência, reflecte-se num menor consumo de combustível por unidade de área trabalhada. Os factores que afectam esta transformação integram:

- a parte do tractor, traduzida pelo rendimento do motor, pelo rendimento mecânico da transmissão às rodas e pelo rendimento de tracção dos pneus em interacção com o solo;

- o rendimento da alfaia na forma como transforma a energia que recebe do tractor em energia de fragmentação do solo.

Os resultados (figura 11) mostraram uma importante diminuição do consumo de combustível por hectare nas situações de menor abertura dos corpos da grade e maior velocidade de trabalho. O resultado desta maior eficiência energética deve-se à maior eficiência com que a alfaia actua no solo nesta opção.

Esta abordagem, que representa uma avaliação em situações reais de trabalho, não deve contudo ser



generalizável, uma vez que, ao diminuir o ângulo dos corpos da grade e aumentar a velocidade de trabalho, existirá um limite, para cada situação concreta, a partir do qual não será possível garantir a manutenção do efeito sobre o solo, comprometendo a qualidade do trabalho, ou em que a velocidade de trabalho se torna excessiva, pondo em causa a segurança e o conforto do operador.

O efeito mecânico sobre o solo deverá ser um indicador fundamental na tomada de decisão final, especialmente porque é esse o principal objectivo da introdução

desta operação cultural antes da sementeira da cultura. Para além da apreciação visual (subjectiva) do trabalho realizado em cada uma das situações de ensaio, é indispensável como confirmação uma análise criteriosa da dimensão dos agregados do solo resultantes.

A decisão sobre a regulação adequada da abertura dos corpos da grade e correspondente correcção da velocidade de trabalho deverá, por isso, ser ponderada circunstancialmente pelo agricultor. O facto dos resultados obtidos terem revelado, por um lado, um reduzido efeito sobre os parâmetros

agronómicos, como a profundidade de trabalho e a dimensão dos agregados (esta analisada em laboratório), e por outro, um significativo efeito sobre os parâmetros técnicos ligados aos custos de produção, como sejam a capacidade de trabalho e o consumo de combustível por hectare, justificam que este procedimento seja explorado como uma forma de gestão dos custos de utilização das máquinas agrícolas, tanto mais que, quer os tractores quer as alfaias, permitem uma grande flexibilidade de actuação ao operador, facilitando a adaptação às diferentes situações.

A matriz de resultados obtidos no âmbito deste trabalho, com outros modelos de tractores e de grades de discos "offset" típicos no Alentejo, constitui o ponto de partida para a criação de uma base de dados de tracção, correspondente a condições reais de trabalho, a qual permitirá:

- apoiar as tomadas de decisão dos agricultores, quanto a itinerários alternativos ou relativamente às questões do correcto dimensionamento do conjunto tractor-alfaias;
- disponibilizar indicadores de projecto para os fabricantes de alfaias agrícolas;
- e, ainda, facultar informação útil para o ensino e para a formação profissional agrícola. ■

Referências bibliográficas

- Macnab, John E.; Wensink, Robert B.; Booster, Dean E. (1977) -Modeling Wheel Tractor Energy Requirements and Tractive Performances. *Transactions of the ASAE*, Vol. 20 (4), 602-605, 609.
- Márquez, Luís (1990) -*Laboreo-Solotractor'90*. Laboreo, S.A., 128-144.
- Serrano, João M. P. R. (2002) -*Contribuição para a optimização do sistema dinâmico tractor-alfaias em mobilização do solo*. Tese de Doutoramento em Engenharia Agrícola, especialidade de Mecanização Agrícola, Serviços de Reprografia da Universidade de Évora, 234.
- Upadhyaya, Shrini K.; Lanças, Kleber P. (1994) - *How to get the most from radial ply tractor tires: a guide to select the correct inflation pressure*. University of California, Davis, Biological and Agricultural Engineering Department, California Energy Commission, September, 31.

* UNIVERSIDADE DE ÉVORA

** INETI

*** UTAD