

INFLUÊNCIA DA TRAÇÃO DIANTEIRA AUXILIAR E VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO NA PATINAGEM E DESEMPENHO OPERACIONAL DE UM TRATOR AGRÍCOLA

Éder Fábio Rocha⁴²

Luiz Henrique de Souza⁴³

Rodolpho Cesar dos Reis Tinini⁴⁴

Igor Sinval de Pinho Veloso e Souza⁴⁵

Marcelo José da Silva⁴⁶

Victor Lucas Fernandes⁴⁷

João Francisco da Silva Filho⁴⁸

INTRODUÇÃO

O trator de rodas 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar) é um dos mais utilizados na agricultura. O acionamento da TDA é indicado para operações com maior demanda de potência. A correta decisão de se utilizar a TDA é que definirá o sucesso da operação, pois, dependendo das condições de trabalho seu uso pode implicar em elevação no consumo de combustível.

A maioria dos produtores, por falta de informação ou por comodidade, costuma utilizar os tratores em condições extremas de lastros em operações que não demandam tanto esforço e/ou velocidades

⁴² Engenheiro Agrícola e Ambiental, UFMG.

⁴³ Engenheiro Agrícola, UFMG. CV: <http://lattes.cnpq.br/139867264853210>

⁴⁴ Doutorado em Engenharia Agrícola (UNICAMP). Professor (UFMG).

CV: <http://lattes.cnpq.br/0189946390709955>

⁴⁵ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFMG).

CV: <http://lattes.cnpq.br/0405911349475965>

⁴⁶ Doutorado em Engenharia Agrícola (UNICAMP). Professor (UFPR).

CV: <http://lattes.cnpq.br/8030190312101995>

⁴⁷ Mestrado em Modelagem Computacional e Sistemas (UNIMONTES). UFMG.

CV: <http://lattes.cnpq.br/1893179400267869>

⁴⁸ Engenheiro Eletricista, FUNORTE. CV: <http://lattes.cnpq.br/0022221977887445>

incompatíveis com a atividade contribuindo para o maior consumo de combustível, desgaste dos pneus, excesso de compactação do solo e patinagem inadequada do trator.

A adequada lastragem do trator é mais importante nas operações de preparo e implantação da lavoura, quando o esforço tratório geralmente é maior, se comparado com operações de manejo (pulverização, por exemplo). Segundo Corrêa (2003) a lastragem é uma tarefa que exige tempo e esforço físico manual, desse modo o operador normalmente não costuma remover ou adicionar lastros metálicos para atender à necessidade da operação agrícola. Às vezes, opta-se por uma condição média, onde é preciso administrar o excesso ou falta, a cada situação, com prejuízo no serviço realizado e no custo da manutenção, devido ao maior desgaste mecânico da transmissão.

O Lastramento do trator agrícola é procedimento imprescindível e deve ser realizado antes das atividades desempenhadas em campo. Segundo Viana *et al.* (2017), o excesso de lastro em tratores agrícolas acarreta redução do desempenho do trator, aumento do consumo de combustível e maior desgaste das peças, visto que o trator estará usando parte de sua potência para mover o excesso de massa, já a lastragem insuficiente leva a excessiva patinagem, alto consumo de combustível e desgaste prematuro dos pneus. A lastragem deve ser feita de acordo com o manual do fabricante, para proporcionar ao trator uma patinagem das rodas motrizes entre 10% e 15% em solos agrícolas. A ASAE EP 496.2 (1999) estipula valores de patinagem de 4–8% (concreto); 8–10% em solos firmes; 11–13% em solo cultivado e 14–16% em solos macios e arenosos.

Sichocki *et al.* (2013) avaliando o desempenho de um trator tracionando uma enxada rotativa e um arado de discos concluíram que o uso da tração dianteira auxiliar reduziu os índices de patinagem em ambos os equipamentos. Yanai *et al.* (1999) aponta que o acionamento da tração dianteira produz vantagens em relação à patinagem e velocidade de deslocamento, porque nessa condição o trator divide o esforço tratório em seus dois eixos motrizes, facilitando seu deslocamento.

Em relação ao consumo operacional, este pode ser diretamente influenciado pelo tipo de implemento, profundidade da operação, condições do solo, condição dos pneus, velocidade de trabalho e lastragem. Ranjbarian *et al.* (2017) avaliando o desempenho de um trator tracionando um arado de aivecas, um arado de discos e um escarificador em um solo argiloso observaram que o consumo operacional ($L\ ha^{-1}$) diminuiu até a velocidade de $3\ km\ h^{-1}$, voltando a aumentar após este valor, existindo, assim, uma velocidade ótima que garantiu maior rendimento nas operações, com o consumo médio para o arado de discos de $25,05\ L\ ha^{-1}$.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da tração dianteira auxiliar e da velocidade de deslocamento no consumo operacional e no índice de patinação de um trator agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo, classificado como um Argissolo, apresentou densidade média de $1,57\ g\ cm^{-3}$ e umidade média de $16,6\%$.

O trator utilizado foi da marca New Holland, modelo TL75E, com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA) e potência nominal de $55,16\ kW$ (75 cv) a 2400 rpm.

O trator foi equipado com pneus traseiros 18.4-30 R1, sendo associado 100 kg (50 kg em cada roda) de lastros metálicos, além do preenchimento com 75% do volume do pneu com água. Já os pneus dianteiros, 12.4-24 R1, também foram preenchidos com 75% do volume de água. Os lastros frontais totalizaram 160 kg em barras metálicas.

Em função do carregamento, a pressão de inflação utilizada foi de 13 psi nos pneus traseiros e 17 psi nos pneus dianteiros.

Utilizou-se um arado reversível da marca Marchesan com massa total de 526 kg composto por três discos de 28 polegadas adaptado para largura de 0,9 m e arando a uma profundidade de 0,20 m.

Em geral, os testes contemplaram condições usuais de atividades comuns da maioria dos produtores e da localidade, seja nos lastros, seja nas velocidades.

Para o procedimento operacional foram utilizadas três velocidades nas marchas GI M2, GII M1, GII M2 que combinadas resultaram em aproximadamente 1,8; 2,7 e 3,5 km h⁻¹ respectivamente. Foram também aplicadas duas condições de tração do trator, por meio do acionamento e desligamento da tração dianteira auxiliar.

Na avaliação do consumo operacional de combustível, utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado com 3 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e os contrastes entre as médias foram avaliados pelo teste Kruskal Wallis considerando 5% de significância, utilizando-se uma estatística não paramétrica.

Na avaliação do índice de patinagem, as médias observadas foram confrontadas com os padrões apresentados pela Norma ASAE EP 496.2 (1999).

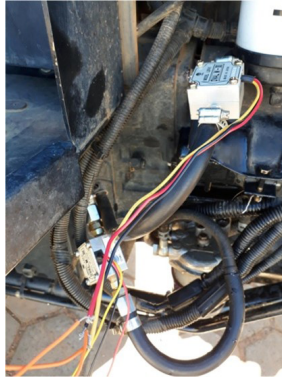
Os tratamentos utilizados são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Combinação de velocidades e condições de tração utilizadas na avaliação da operação de aração

TRAT.	DESCRIÇÃO	TRAT.	DESCRIÇÃO
I	GI M2 4x2	IV	GII M1 4x4
II	GI M2 4x4	V	GII M2 4x2
III	GII M1 4x2	VI	GII M2 4x4

O consumo horário foi determinado com o auxílio de dois medidores de vazão da marca Flowmate Oval, modelo M-III LSF41L0-M2, com vazões mínima e máxima de 1,0 e 100,0 L h⁻¹, precisão de $\pm 1\%$ e geração de 1 pulso mL. Um dos sensores foi instalado na linha de alimentação de combustível do motor e o outro na linha de retorno para o tanque conforme Figura 1.

Figura 1 - Fluxômetros instalados na linha de alimentação e retorno de combustível



Fonte: Os autores (2020)

O consumo horário foi obtido pela diferença entre os pulsos enviados pelos sensores (Equação 1).

$$Ch = (N_p \times 3,6) / t \quad (1)$$

em que,

Ch = consumo horário, L.h⁻¹;

N_p = diferença dos pulsos entre os sensores de alimentação e de retorno, e

t = tempo de movimento do trator na parcela, s.

Na avaliação da capacidade operacional efetiva levou-se em consideração a velocidade de deslocamento e a largura do implemento conforme a Equação 2. Além disso, adotou-se uma eficiência de 80% para aração, conforme intervalo estipulado pela Norma ASABE D497.7 (2011).

$$COE = ((L \times v) / 10) \times Ef \quad (2)$$

em que,

COE = capacidade operacional efetiva, ha.h⁻¹;

L = largura de trabalho do arado; m;

v = velocidade de trabalho, km h⁻¹, e

Ef = Eficiência de aração, decimal.

Já o consumo operacional foi determinado conforme a Equação 3.

$$CO = Ch / COE \quad (3)$$

Em que,

Co = consumo operacional, L.ha⁻¹.

Para a determinação da patinação foram coletadas as rotações da roda do trator utilizando-se um gerador de pulsos (tipo encoder) da marca S&E, modelo E1A1A, com frequência de 60 pulsos por rotação, acoplados na roda traseira do trator conforme Figura 2:

Figura 2 - Sensor tipo encoder instalado na roda do trator



Fonte: Os autores (2020)

Com as leituras de pulsos feitas pelo sensor, a patinação foi determinada conforme a Equação 4.

$$P = ((N_1 - N_0) / N_1) \times 100 \quad (4)$$

em que,

P = índice de patinação das rodas motrizes, %;

N₁ = número de pulsos com o trator tracionando o arado, e

N₀ = número de pulsos com o trator sem tracionar o arado.

Para a aquisição dos sinais enviados pelos sensores, fluxômetros e encoder, foi utilizado um *micrologger datalogger* da marca *Campbell Scien-*

tific, Inc. modelo CR3000 – 4M *micrologger*®. Os dados coletados foram descarregados em um programa específico (PC400) em interface com um microcomputador e posteriormente analisados utilizando o Excel.

A Figura 3 apresenta o sistema de ligação dos sensores no *datalogger*:

Figura 3 - Ligação dos sensores no *datalogger*



Fonte: Os autores (2020)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos tratamentos obtidas na avaliação do consumo operacional podem ser observadas na Tabela 2. Houve tendência de diminuição do consumo operacional com o aumento da velocidade. Os tratamentos de I a V (velocidades de 1,8 a 3,5 km h⁻¹) não se diferiram entre si estatisticamente. Contudo, observou-se uma diferença significativa para o consumo de combustível para os tratamentos I e VI. O resultado apresentou uma diferença de aproximadamente 17 L ha⁻¹.

Em geral, o acionamento da tração dianteira auxiliar resultou em um menor consumo operacional de combustível sob níveis de velocidades semelhantes. O comportamento também foi observado por Masiero e Veiga (2014), em avaliação de uma operação de gradagem, na qual o acionamento da tração dianteira auxiliar produziu uma redução no consumo de combustível, nos mesmos níveis de capacidade operacional efetiva.

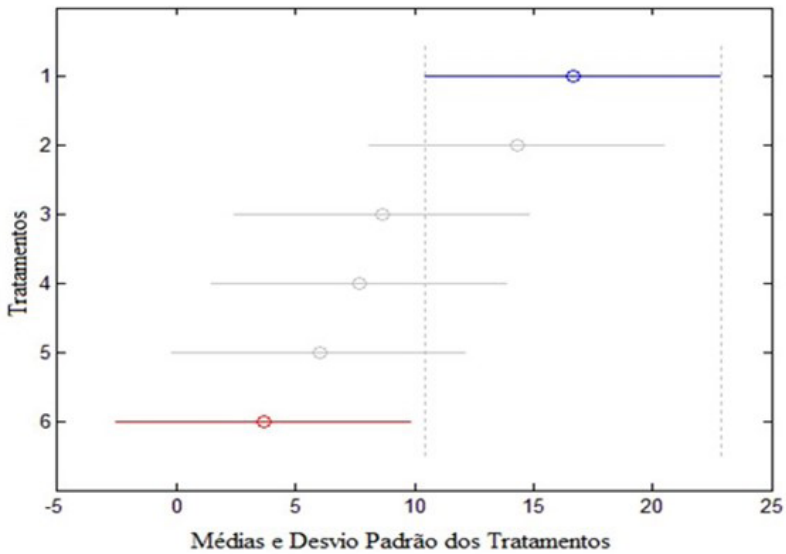
Tabela 2 - Consumo Operacional em função da velocidade e emprego da tração dianteira na operação de aração

	*Tratamentos (km h ⁻¹)	Velocidades	Consumo operacional		CV
		(L ha ⁻¹)	(%)	(%)	
I	GI M2 4X2	1,8	47,91	7,05%	bc
II	GI M2 4X4	1,8	41,17	8,66%	ab
III	GII M1 4X2	2,7	35,08	5,97%	ab
IV	GII M1 4X4	2,7	33,96	5,52%	ab
V	GII M2 4X2	3,5	31,98	15,08%	ab
VI	GII M2 4X4	3,5	30,1	9,66%	a

*Os tratamentos que apresentam letras iguais na coluna não se diferem estatisticamente.

Na Figura 4 pode ser observar o Diagrama de Kruscal Wallis evidenciando a diferença significativa entre os tratamentos 1 e o tratamento 6, onde $p = 0,0219 < 0,05$.

Figura 4 - Diagrama de Kruscal Wallis, $p = 0,0219 < 0,05$ para o consumo operacional em função da velocidade e emprego da tração dianteira na operação de aração



Fonte: Os autores (2020)

Na Tabela 3 podem-se observar os valores de patinagem em função da velocidade e do uso da TDA. A Norma ASAE EP 496.2 (1999) estipula valores para diferentes superfícies como de 4– 8% em superfícies de concreto; 8–10% em solos firmes; 11–13% em solo cultivado e 14–16% em solos macios e arenosos.

A utilização do acionamento da TDA proporcionou valores de patinagem bem abaixo daqueles recomendados pela ASAE EP 496.2, para solos cultivados. O acionamento da tração dianteira não influenciou negativamente no consumo operacional, contudo o resultado de patinagem pode estar sendo influenciado pelo seu peso total de lastros, um valor acima do necessário, ocasionando a baixa patinagem do trator ao utilizar o acionamento da tração dianteira auxiliar.

Tabela 3 - Índice de patinagem em função da velocidade e uso da TDA

	Tratamentos (km h ⁻¹)	Velocidades (%)	Patinagem
I	GI M2 4X2	1,8	12,5
II	GI M2 4X4	1,8	6,7
III	GII M1 4X2	2,7	14,7
IV	GII M1 4X4	2,7	5,3
V	GII M2 4X2	3,5	14,4
VI	GII M2 4X4	3,5	7,2

Sichocki *et al.* (2013) avaliando o desempenho de um trator tracionado uma enxada rotativa e um arado de discos concluíram que o uso da tração dianteira auxiliar também reduziu os índices de patinagem em ambos os equipamentos. Já Yanai *et al.* (1999), descreve em seu trabalho que a tração dianteira auxiliar influenciou de forma significativa e positiva a patinagem, a velocidade de deslocamento e a potência na barra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve diminuição do consumo operacional de combustível com o aumento da velocidade. Para a operação de aração, a condição mais

favorável (30,10 L ha⁻¹) foi alcançada em aproximadamente 3,5 km h⁻¹. O uso da tração dianteira proporcionou ao trator menor consumo operacional, porém, na condição do trator totalmente lastrado, o seu uso proporcionou níveis de patinagem (5,3 a 7,2 %) abaixo do apresentado pela Norma ASAE EP 496.2, para a condição de solo agrícola.

REFERÊNCIAS

ASAE EP 496.2 DEC 1999. Agricultural Machinery Management. In: **ASAE Standards (2000): Standards, Engineering Practices, and Data**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, p.344-349. 1999.

ASABE EP 497.7 MAR 2011. Agricultural Machinery Management Data. In: **ASAE Standards: Standards, Engineering Practices, and Data**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 8p. 2011.

CORRÊA, I. M. Com peso certo. Lastragem adequada depende de vários fatores, entre eles respeitar a capacidade de carga do pneu e a distribuição de peso da máquina. **Revista Cultivar**, p.10-11, 2003. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/m22_peso.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.

MAZIERO, F. C.; VEIGA, R. K. Força exata: uso da tração dianteira auxiliar. **Cultivar Máquinas**, ed. 138, p. 30-31, 2014. Disponível em:<<https://www.grupocultivar.com.br/acervo/439>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

RANJBARIAN, S.; ASKARI, M.; JANNATKHAH, J. Performance of tractor and tillage implements in clay soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, v. 16, p.154-162, 2017. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1658077X15000193?token=B-21498756CFBDC9542CC35B5F1243D785A51047FE11ABC6C4B5ACEFDC102B279FE-B5B3A1AF7A4E9C8C9667A94941089D>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

SICHOCKI, D. et al. Consumo energético e patinagem de um trator agrícola tracionando uma enxada rotativa e um arado de discos. *Engenharia na Agricultura*, v.21, n.5. p.441-446, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/363/273>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

VIANA, L. A.; ZAMBOLIM, L.; SOUZA, T. V. Lastragem como forma de melhorar a eficiência de tração de trator agrícola. XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. 2017. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/0880_0537_03.pdf> Acesso em: 04 jun. 2020.

YANAI, K. et al. Desempenho operacional de trator com e sem o acionamento da tração dianteira auxiliar. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.8, p.1427-1434, 1999. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/pab/v34n8/7706.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2020.