

TORQUE NOS RODADOS MOTRIZES DE UM TRATOR AGRÍCOLA SUBMETIDO A ENSAIOS DE TRAÇÃO SOBRE PISTA DE CONCRETO E DE SOLO FIRME

DIEGO AUGUSTO FIORESE¹, FRANCIELLE MORELLI-FERREIRA²,
INDIAMARA MARASCA³, JEFFERSON SANDI⁴, KLÉBER PEREIRA LANÇAS⁵

¹ Professor, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop-MT, (66) 9908-0267, dafiorese@yahoo.com.br

² Professora Assistente, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT.

³ Pós-graduanda, Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP.

⁴ Pós-graduando, Universidade Estadual Paulista, FCA/UNESP, Botucatu-SP.

⁵ Professor Titular, Universidade Estadual Paulista, FCA/UNESP, Botucatu-SP.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O trabalho teve por objetivo avaliar a demanda de torque nos rodados motrizes de um trator agrícola de 89 kW, sem lastro, submetido a esforços de tração. Utilizou-se um torçômetro específico, instalado entre a flange do eixo traseiro e a roda, bem como instrumentação eletrônica para aquisição de dados. O trabalho foi conduzido no Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais (NEMPA) na FCA/UNESP, em Botucatu-SP. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema de faixas, avaliando-se duas superfícies (concreto e solo firme), três marchas, oito cargas na barra de tração (4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 30 kN), e com a tração dianteira auxiliar (TDA) ligada e desligada. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através de equações de regressão. Os resultados mostraram que conforme aumento da carga na barra de tração, houve crescimento linear e constante do torque no eixo e a eficiência trativa máxima foi de 91%, não havendo diferença significativa entre as marchas. Na máxima carga tracionada pelo trator (30 kN), a demanda de torque no eixo traseiro reduz em cerca de 30% devido ao uso da TDA e, para cargas iguais, o torque é maior em pista de solo firme, quando comparada com pista de concreto.

PALAVRAS-CHAVE: tração bruta, eficiência trativa, potência.

WHEEL DRIVE TORQUE OF A AGRICULTURAL TRACTOR SUBMITTED TO TRACTION TEST ON SURFACE CONCRETE AND FIRM SOIL

ABSTRACT: The study aimed to evaluate the torque demand, the driving axles of a tractor of 89 kW, unballasted, subjected to drawbar pull. We used a specific torque meter installed between the flange of the rear axle and the wheel, and electronic instrumentation for data acquisition. The work was conducted at the Agroforestry Machine and Tire Testing Center (NEMPA) at the Faculty of Agricultural Sciences (FCA/UNESP) in Botucatu-SP, Brazil. We adopted the completely randomized design (CRD) in ranges scheme, evaluating two surfaces (concrete and firm soil), three speed, eight drawbar pull (4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 30 kN) and with front wheel assist on and off. The results were statistically analyzed using regression equations. The results show that according increasing load to the drawbar, a linear and steady growth of the torque on the axle, and the maximum tractive efficiency was 91%, with no significant difference between the gears. At maximum load pulled by tractor (30 kN), the torque demand on the rear axle reduces by about 30% due to the use of assist front traction

(MFWD) and for equal loads, the torque is higher in firm soil compared with the runway concrete.

KEYWORDS: gross traction, tractive efficiency, power.

INTRODUÇÃO

Ao avaliar a força na barra de tração, a velocidade do trator e calculando-se a potência disponível na barra de tração, é possível detectar quais são as condições de trabalho que oferecem maior e menor eficiência, entretanto, sem obter onde estão ocorrendo as perdas de torque e potência. Ao quantificar o torque nas rodas motrizes, utilizando um “torciômetro” específico, torna-se possível avaliar de forma eficaz qual é a relação entre o torque de entrada e os demais parâmetros energéticos e de desempenho.

Segundo GABRIEL FILHO et al. (2008), o trator é a principal fonte móvel de potência utilizada para realizar as diversas tarefas necessárias nos processos de produção agrícola. De acordo com ZOZ e GRISSO (2003), o principal ponto a ser observado nos tratores agrícolas é o desempenho na barra de tração (BT), definido pelo produto entre a força desenvolvida e a velocidade de deslocamento. Este desempenho é influenciado, entre outros fatores, pelo tipo construtivo do trator, podendo ser do tipo 4x2, 4x2 com tração dianteira auxiliar (TDA), 4x4 articulado ou com esteiras.

A potência no eixo dos rodados motrizes é considerada como a potência de entrada, e a potência na BT é tida como de saída (ZOZ e GRISSO, 2003). De acordo com a ASAE (2003), a máxima eficiência entre a potência do eixo e da BT (eficiência trativa), fica entre 92 e 93%. Já para ZOZ e GRISSO (2003) a máxima eficiência trativa é de 91%.

SHMULEVICH E OSETINSKYA (2003) realizaram ensaios de rodados sobre pista de concreto e, os resultados mostraram grande precisão entre o torque medido no eixo versus a força de tração líquida (TL), tendo-se ajuste linear ($R^2 = 0,998$) entre as duas variáveis.

YANAI et al. (1999) avaliaram a eficiência do uso da TDA em solo agrícola e observaram redução da patinagem dos rodados, bem como influências significativas e positivas para a velocidade de deslocamento e potência obtida na barra de tração, quando utilizando a TDA ligada. Com o uso da TDA, o trator divide o esforço tratório em seus dois eixos motrizes.

De acordo com LINARES et al. (2006), para o trator vencer a resistência ao rolamento para sua própria locomoção como também tracionar um determinado equipamento, o motor fornece um torque às rodas motrizes, sendo transformado em tração bruta (força tangencial). A tração bruta é o quociente entre o torque no eixo e o raio dinâmico dos rodados motrizes (ZOZ e GRISSO, 2003). Para LINARES et al. (2006) o valor da resistência ao rolamento é equivalente a 2 e 5% da massa do trator para pista de concreto e para solo firme, respectivamente.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a demanda de torque nos rodados motrizes de um trator agrícola de 89 kW, sem lastro, submetido à esforços de tração sobre pista de concreto e de solo firme, utilizando-se um torciômetro específico instalado entre a flange do eixo traseiro e a roda.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais (NEMPA) na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA/UNESP), *Campus* de Botucatu-SP. O torciômetro utilizado foi

desenvolvido no próprio NEMPA e utiliza o princípio do braço de alavanca para mensuração de torque.

O trator utilizado modelo SLC/John Deere 6600, de 89 kW (121 cv), era equipado com tração dianteira auxiliar (TDA), transmissão com câmbio sincronizado de 12 velocidades, distribuídos em 4 grupos (A, B, C, D) e 3 marchas (1, 2, 3) que variam a velocidade entre 2,2 e 29,6 km h⁻¹ na rotação nominal do motor (2300 rpm), conforme informação do fabricante. O trator estava equipado com pneus diagonais 23.1-30 (traseiros) e 14.9-26 (dianteiros), inflados com 124,1 kPa (18 psi) de pressão interna. Os ensaios de tração foram feitos com o trator sem lastro, com massa total de 44 kN (4485 kg) distribuídos em 62,8 e 37,2% no eixo traseiro e dianteiro, respectivamente. Na Figura 1 é mostrado o esquema ligação da instrumentação utilizada no trator para aquisição dos dados de interesse.

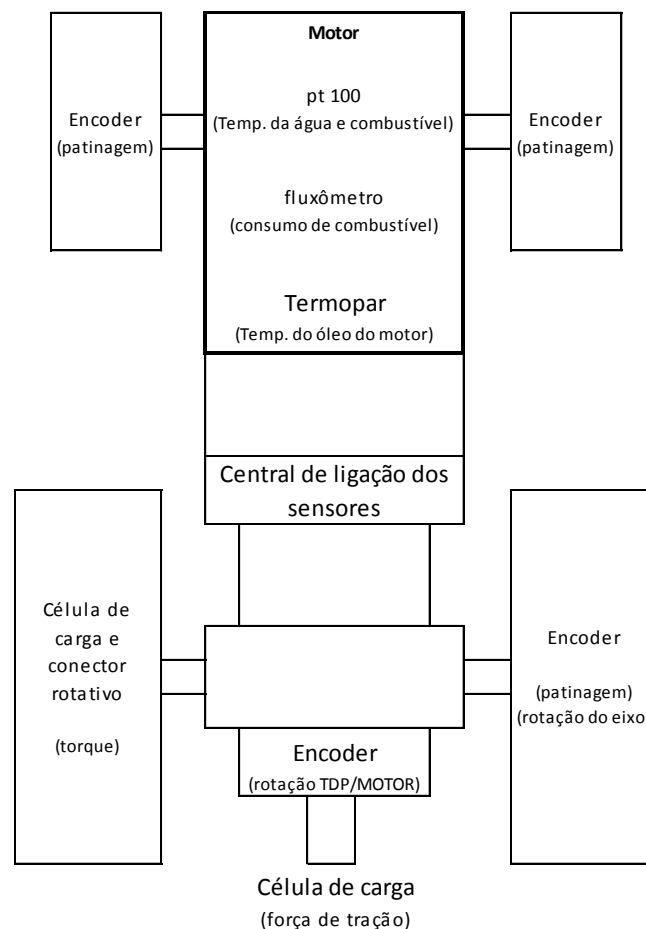


FIGURA 1. Vista superior do esquema de montagem da instrumentação utilizada em cada posição do trator.

Para aplicação das cargas controladas, utilizou-se a Unidade Móvel de Ensaio na Barra de Tração (UMEB) descrita por GABRIEL FILHO et al. (2008), munida de seis rodados com freios pneumáticos, controlados manualmente ou por computador. Na Figura 2 observa-se a UMEB acoplada na BT do trator sobre pista de concreto e de solo firme, e na Tabela 1, encontram-se maiores informações dos itens principais que compõem a UMEB, os quais prestam auxílio durante os ensaios.



FIGURA 2. Trator de ensaios instrumentado, acoplado através da barra de tração na Unidade Móvel de Ensaio na Barra de Tração (UMEB), sobre pista de concreto (A) e sobre pista de solo firme (B).

TABELA 1. Descrição dos equipamentos e sensores instalados na UMEB, utilizados para o controle variável da carga imposta na barra de tração. **Description of equipment and sensors installed in UMEB used for variable control of the load imposed on the drawbar.**

Item/sensor	Descrição
Sistema de aquisição de dados	Para captar e registrar os dados de ensaio: Interface eletrônica para conexão dos cabos dos sensores e um computador portátil com software para controle e registro de dados.
Sensor de força	Para determinar a força tração (tração líquida-TL): tipo célula de carga marca Lider, capacidade de trabalho entre 0 e 100 kN, instalada entre o trator e a UMEB.
Roda odométrica	Para determinar a distância percorrida e a velocidade real de deslocamento: rodado pneumático, com encoder marca S&E modelo E2A1A de 60 pulsos por volta, acoplado ao centro do eixo da roda odométrica.
Sistema de frenagem	Para aplicação de carga resistente ao trator: Freio pneumático, com controle de carga ajustável e capacidade de frenagem de até 80 kN (aproximadamente).
Regulador de pressão (Válvula eletrônica pneumática)	Para controle da carga na barra de tração: Pressão máxima de 800 kPa (8 bar), marca Festo, modelo VPPE-3-1/5-6-010, conectada no sistema de frenagem pneumático através de mangueiras e conectada no computador portátil através de cabo elétrico.

Foram utilizadas as pistas de concreto e de solo firme do NEMPA, localizadas na Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP, em Botucatu-SP. A pista de concreto (coordenadas: 22°50'18.47"S e 48°25'22.21"O) estava disposta na forma de duas retas paralelas, cada uma com 200 metros de comprimento e 4 metros de largura, totalizando 1600 m² de área útil para ensaio. Os extremos apresentam formato elipsoidal para permitir as manobras. A pista de solo firme (coordenadas: 22°50'21.27"S e 48°25'18.30"O) possui as dimensões de 400 m de comprimento por 30 m de largura, com estrutura superficial e

subsuperficial compactada. O solo é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico com textura argilosa, de acordo com a EMBRAPA (1999).

O trabalho foi dividido em três etapas, a fim de facilitar o arranjo dos delineamentos experimentais, sendo: delineamento experimental para o fator marcha; delineamento experimental para o fator TDA ligada e desligada; e delineamento experimental para o fator superfície tratada. Os delineamentos foram montados de forma a atender as premissas de experimentação recomendadas por STORCK et al. (2004).

A primeira etapa foi realizada sobre pista de concreto, com a TDA desligada, onde avaliaram-se os fatores marcha (três velocidades) e oito cargas na BT (TL), com cinco repetições (Tabela 2), totalizando 120 unidades experimentais, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC)

As marchas utilizadas para os ensaios foram selecionadas em função da frequência de utilização em atividades de campo, as quais compreendem velocidades de deslocamento do trator dentro de uma ampla faixa de utilização nas diversas operações agrícolas (são mais usuais). O Código 2 (“Code 2”) da OECD (2012), também preconiza ensaios detalhados das marchas mais próximas de $7,5 \text{ km h}^{-1}$. Utilizou-se a rotação de arranque máxima (2450 rpm) e coletou-se a rotação final com sensores de pulso ligado na TDP, em cada parcela de ensaio de 25 m.

TABELA 2. Fatores de avaliação com o conjunto trator-UMEB ensaiados sobre pista de concreto e com a TDA desligada. **Evaluation factors with the tractor-UMEB tested on concrete runway and the front wheel assist off.**

-----Fatores de avaliação-----		
TDA	Marcha	Cargas na barra de tração (TL) (kN)
Desligada	B1 (5 km h^{-1})	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 30
Desligada	B2 (7 km h^{-1})	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 30
Desligada	C1 (8 km h^{-1})	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 30

Na segunda etapa adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde foram avaliados os fatores: TDA ligada e desligada; e oito cargas na BT (TL) (Tabela 3). Utilizou-se apenas uma marcha (B2) e foram feitas cinco repetições em cada tratamento, totalizando 80 unidades experimentais.

TABELA 3. Fatores de avaliação com o conjunto trator-UMEB ensaiados sobre pista de concreto e com a TDA ligada e desligada. **Evaluation factors with the tractor-UMEB tested on concrete runway and the front wheel assist on and off.**

-----Fatores de avaliação-----		
TDA	Marcha	Cargas na barra de tração (TL) (kN)
Ligada	B2 (7 km h^{-1})	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 30
Desligada	B2 (7 km h^{-1})	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 30

Para o fator superfície (3ª etapa), foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema de faixas, similar ao experimento realizado por GABRIEL FILHO et al. (2010). As faixas foram definidas pelas condições superficiais, sendo: pista de concreto e pista de solo firme sem cobertura vegetal. Os tratamentos foram definidos por duas superfícies e sete cargas na BT (TL) (Tabela 4). Foram realizadas cinco repetições para pista de concreto e seis repetições para pista de solo firme, totalizando 77 unidades experimentais. Utilizou-se apenas uma marcha (B2) e a TDA ligada.

TABELA 4. Fatores de avaliação com o conjunto trator-UMEB ensaiados sobre pista de concreto e pista de solo firme com a TDA ligada. **Evaluation factors with the tractor-UMEB tested on concrete runway and firm soil runway with the front wheel assist on.**

-----Fatores de avaliação-----		
Superfície	Marcha	Cargas na barra de tração (TL) (kN)
Concreto	B2 (7 km h ⁻¹)	4, 8, 12, 16, 20, 24 e 28
Solo firme	B2 (7 km h ⁻¹)	4, 8, 12, 16, 20, 24 e 28

Os parâmetros avaliados nos ensaios de pista foram: torque no eixo traseiro (T) conforme Equação 1, tração bruta (TB) conforme Equação 2, tração líquida (TL) medida diretamente pela célula de carga da UMEB e, eficiência trativa (ET), pela Equação 3 da ASABE (2011a).

$$T = F_{CC} \cdot b \cdot \text{sen}\alpha \quad (1)$$

em que,

T - torque obtido pelo torçômetro (m.kN);

F_{CC} - força na célula de carga obtido pelo sistema de aquisição de dados (kN);

b - comprimento do braço de alavanca (m);

sen α - seno do ângulo entre o braço de alavanca e a célula de carga.

$$TB = T/r \quad (2)$$

em que:

TB - tração bruta ou força tangencial, kN;

T - torque obtido pelo torçômetro no eixo motriz, m.kN;

r - raio dinâmico do rodado traseiro, m.

$$ET = [TL/TB \cdot (1 - Pat)] \cdot 100 \quad (3)$$

em que,

ET - eficiência trativa, %;

TL - tração líquida, kN;

TB - tração bruta, kN;

Pat - patinação, decimal;

100 - constante para conversão em percentual.

A análise estatística foi realizada através de um programa computacional, em que procedeu-se a análise de variância (ANAVA), bem como testes de regressões ($P \geq 5\%$), conforme modelo de melhor ajuste. Os gráficos foram elaborados com uso de planilha eletrônica e, as equações, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2) e nível de significância, foram inseridos manualmente dentro dos gráficos de acordo com a análise estatística. O nível de significância $P \geq 5\%$ será representado por “*” e $P \geq 1\%$ será representado por “**”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A partir da observação das Figuras 3, 4 e 5, observa-se que houve linearidade entre os torques obtidos e as variáveis TL e TB, uma vez que, são diretamente dependentes do torque aplicado ao eixo motriz. Resultados semelhantes foram encontrados por SHMULEVICH e OSETINSKYA (2003), pesquisadores que avaliaram um rodado equipado com torçômetro de

forma individual e sobre pista de concreto. A TB foi calculada a partir do próprio torque e assim resultou em coeficientes de determinação (R^2) igual a 0,9999.

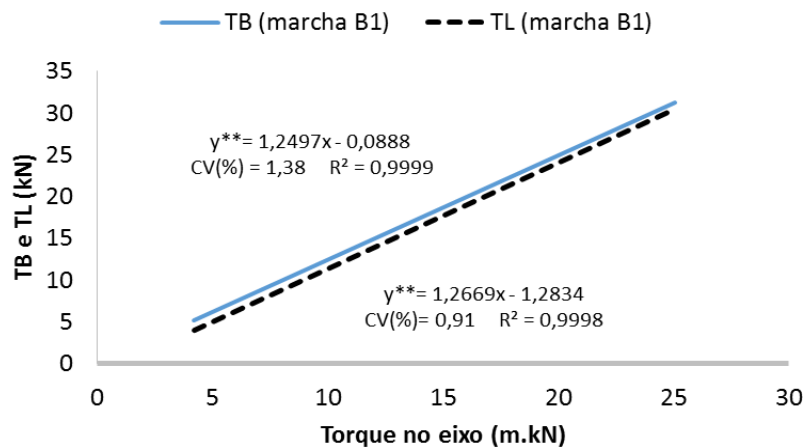


FIGURA 3. Tração bruta (TB) e líquida (TL) em função do torque no eixo para marcha B1.

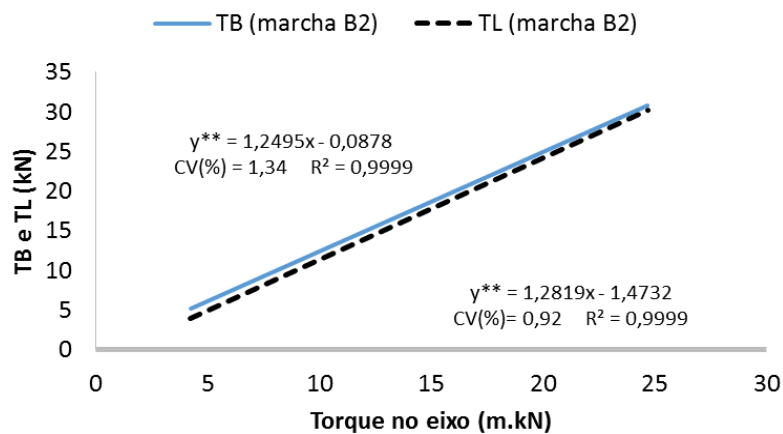


FIGURA 4. Tração bruta (TB) e líquida (TL) em função do torque no eixo para marcha B2.

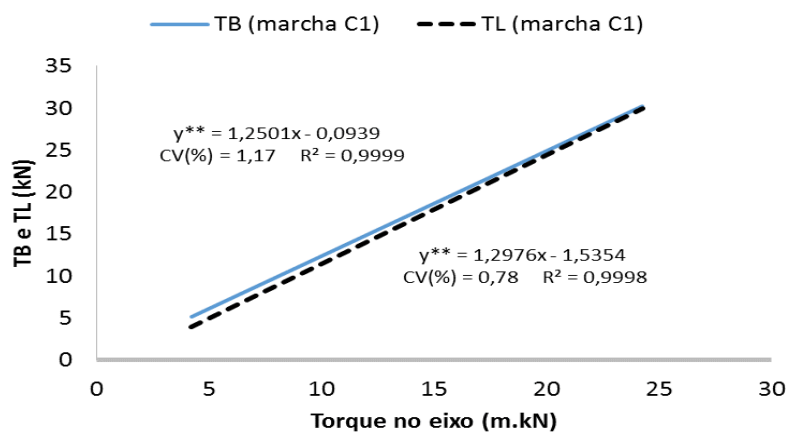


FIGURA 5. Tração bruta (TB) e líquida (TL) em função do torque no eixo para marcha C1.

A eficiência trativa (ET) será apresentada como variável resposta em função da patinagem dos rodados motrizes (Pat), a fim de facilitar a comparação com os dados da literatura. A patinagem, onde houve detecção dos maiores valores de ET, foi de 4,3% para as marchas B1 e B2 e, 4,4% para a marcha C1, ficando dentro do recomendado pela ASAE (2003) e ASABE (2011b), que é de 4 a 8%, e concordando com ZOZ e GRISSE (2003), que

apontam maior ET com patinagem entre 4 e 6% para tratores de pneus sobre pista de concreto. Não houve diferença significativa entre as marchas (Tabela 5).

TABELA 5. Valores obtidos de patinagem e eficiência trativa, na condição de máxima eficiência trativa, e para média geral. **Values of slip and tractive efficiency, provided maximum tractive efficiency, and overall average.**

Marcha	Patinagem (%)	Eficiência trativa (%)
Valores para eficiência trativa máxima		
B1	4,3a	91a
B2	4,3a	90a
C1	4,4a	90a
Valores para média geral		
B1	6,2a	86a
B2	6,1a	86a
C1	6,1a	87a

Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Avaliando o torque e a potência no eixo traseiro, através da observação da Figura 6, fica nítida a redução da demanda de esforço no eixo traseiro para a condição onde houve o uso da TDA (C-TDA). Esta diferença está associada, evidentemente, ao uso do eixo dianteiro para auxiliar na execução da tração líquida (TL), e conforme YANAI et al. (1999), nessa condição, o trator divide o esforço trativo em seus dois eixos motrizes. A variável torque no eixo mostrou ajuste linear em relação à tração líquida (TL), nas duas condições (TDA ligada e TDA desligada).

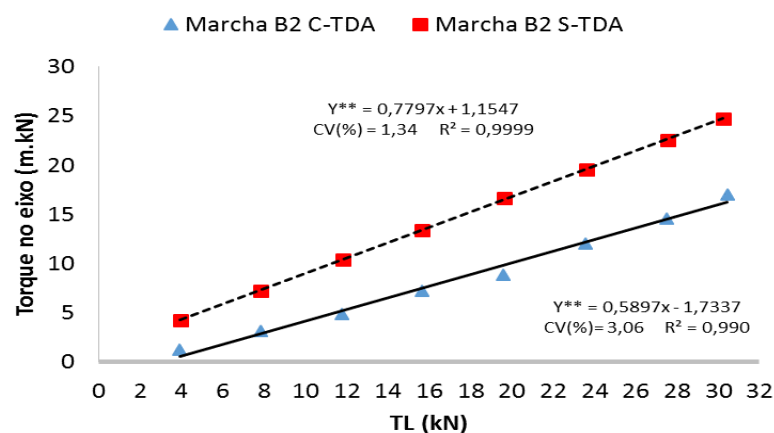


FIGURA 6. Torque no eixo traseiro do trator em função da tração líquida (TL), para a condição de TDA ligada (C-TDA) e desligada (S-TDA), com a marcha B2.

Nas cargas menores (TL menor), abaixo de 16 kN, observa-se uma redução do torque aplicado à roda traseira, maior que 50% (Figura 7), ou seja, mais da metade do torque necessário para fazer a TL está sendo fornecido pelas rodas dianteiras. Esse comportamento se deve ao avanço cinemático das rodas dianteiras, que nesta condição, era equivalente a 1,5% e, portanto, possuem velocidade periférica dos rodados 1,5% maior que as rodas traseiras. Já nas cargas maiores, o percentual de torque passa a ser maior nas rodas traseiras, equivalendo a cerca de 70% para a maior carga (30 kN).

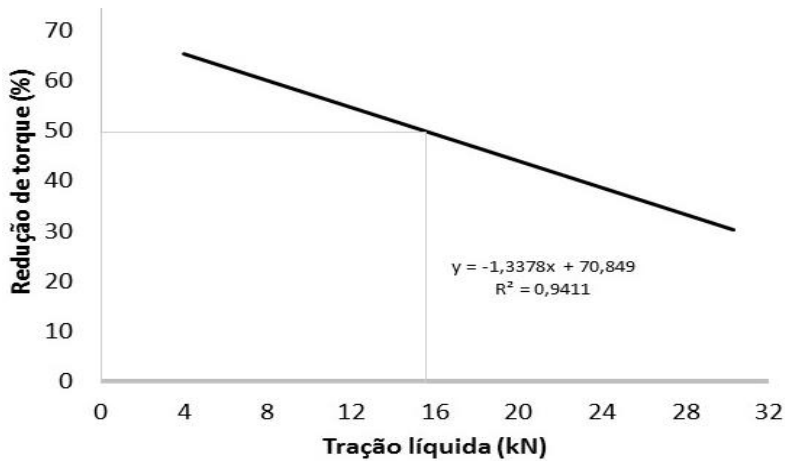


FIGURA 7. Redução do torque no eixo traseiro em função da tração líquida, utilizando a TDA ligada, comparativamente ao torque com a TDA desligada.

Ao realizar um comparativo entre as duas superfícies tratativas avaliadas, pista de concreto e de solo firme, observa-se nos resultados expressos no gráfico da Figura 8, que o torque no eixo traseiro em função da tração líquida na barra de tração foi maior em solo firme do que em concreto, sendo ambas as curvas com ajuste linear crescente. Esse resultado se deve ao fato de haver uma maior resistência ao rolamento na condição de solo firme, conforme indica ZOZ e GRISSO (2003); LINARES et al. (2006); MÁRQUEZ (2008); e GABRIEL FILHO et al. (2010), demandando assim, maior torque para manutenção da mesma carga na barra de tração (TL).

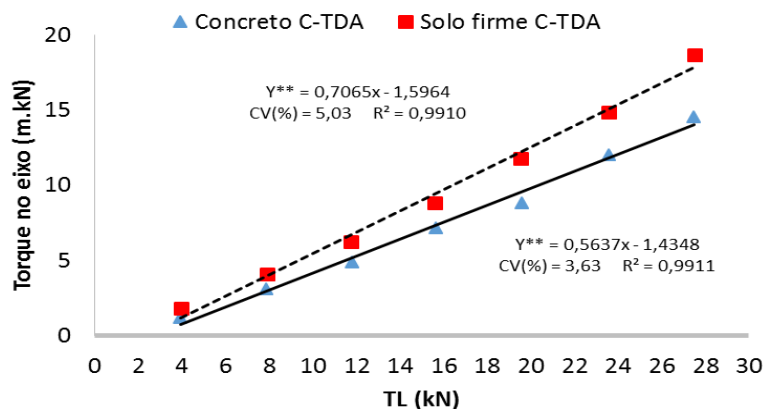


FIGURA 8. Torque no eixo traseiro para pista de concreto e de solo firme com a TDA ligada (C-TDA), em função da carga na barra de tração (TL) para a marcha B2.

CONCLUSÕES

Os ensaios mostraram que, conforme aumento da carga na barra de tração (tração líquida), houve crescimento linear e constante do torque no eixo. A eficiência trativa encontrada apresentou valor máximo de 91%, em pista de concreto, com 4,3% de patinagem, não havendo diferença significativa entre as marchas ensaiadas. Na máxima carga tracionada pelo trator (30 kN), a demanda de torque no eixo traseiro reduz em cerca de 30%, devido ao uso da TDA. Para cargas iguais, o torque é maior em pista de solo firme, quando comparada com pista de concreto.

REFERÊNCIAS

ASAE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE EP496.2** Agricultural machinery management. In: ASAE Standards. 2003. St. Joseph: 2003. p. 366-372.

ASABE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASAE D497.7** Agricultural machinery management data. ASABE Standards 2011a. St. Joseph, 2011. 8 p.

ASABE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASAE EP496.3** Agricultural machinery management. In: ASABE Standards. 2011b. St. Joseph: 2011. 7 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 412p. 1999.

GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; GUERRA, S. P.; PAULA, C. A.; MONTEIRO, L. A. UMEB - Unidade Móvel Para Ensaio da Barra de Tração. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.28, n.4, p.782-789, out/dez. 2008.

GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; ACOSTA, J. J.; JESUINO, P. R. Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. **Eng. Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.3, p.333-339, 2010.

LINARES, P.; CATALÁN, H.; MÉNDEZ, V. **Teoría de la tracción de tractores agrícolas**. 2. ed. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 2006, 215 p.

MÁRQUES, L. Metodologia para cálculo rápido das dimensões de pneus de tratores agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 590-603, jul./set. 2008.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Code 2. **OECD standard code for the official testing of agricultural and forestry tractor performance**. February 2012. 90 p.

SHMULEVICH, I.; OSETINSKY, A. Traction performance of a pushed/pulled drive wheel. **Journal of Terramechanics**, Great Britain, v. 40, p. 35-50, 2003.

SHMULEVICH, I.; RONAI, D.; WOLF, D. A New Field Single Wheel Tester. **Journal of Terramechanics**, Great Britain, v.33, n.3, p. 133-141, 1996.

STORCK, L.; LOPES, S. J.; LÚCIO, D. A. **Experimentação II**. Universidade Federal de Santa Maria: Centro de Ciências Rurais, 2004. 205 p.

YANAI, K.; SILVEIRA, G. M.; LANÇAS, K. P.; CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G. Desempenho operacional de trator com e sem o acionamento da tração dianteira auxiliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 8, p. 1427-1434, ago, 1999.

ZOZ, F. M. & GRISSO, R. D. **Traction and Tractor Performance**. Louisville, ASAE, 2003, 46 p.