

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE RODADO AGRÍCOLA NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL EM TRATOR AGRÍCOLA.

ALDIR CARPES MARQUES FILHO¹, JEFFERSON SANDI², MURILO BATTISTUZZI MARTINS³, MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI⁴, KLÉBER PEREIRA LANÇAS⁵

¹ Doutorando em Agronomia (Energia na Agricultura), UNESP/Botucatu, (14) 3880 7419, aldir.marques@gmail.com

² Prof. Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura), Faculdade La Salle-MT, Rio Verde. jffsandi@gmail.com

³ Prof. Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura), UEMS/Cassilandia, mbm_martins@gmail.com

⁴ Prof. Doutora, Departamento de Economia e Sociologia Rural, UNESP/FCA. maura@fca.unesp.br

⁵ Prof. Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura), UNESP/FCA. kplancas@fca.unesp.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Pneus agrícolas possuem características construtivas diferenciadas, com detalhes específicos de desenho e matéria prima que podem influenciar significativamente o consumo de combustível e a compactação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho econômico de três conjuntos de pneus agrícolas diagonais R1, R2 e R3 com características distintas de fabricação, sob o ponto de vista de consumo de combustível e compactação de solo. Verificou-se que o conjunto R3 apresentou o melhor resultado nos ensaios de campo e de laboratório, bem como seu custo de operação foi o mais baixo dentre os conjuntos avaliados, porém seu valor de mercado foi o mais elevado, concluindo-se que o valor baixo de mercado não é parâmetro confiável para a tomada de decisão para aquisição de pneus.

PALAVRAS-CHAVE: pneus agrícolas, consumo de combustível, compactação do solo.

ECONOMIC EVALUATION OF THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL WHEEL TYPES IN THE CONSUMPTION OF FUEL IN AGRICULTURAL TRACTOR

ABSTRACT: Agricultural tyres have differentiated constructive characteristics, with specific details of design and raw material that can significantly influence fuel consumption and soil compaction. The objective of this work was to evaluate the economic performance of three sets of diagonal agricultural tires R1, R2 and R3 with distinct manufacturing characteristics, from the point of view of fuel consumption and soil compaction. It was verified that the R3 set presented the best results in the field and laboratory tests, as well as its operating cost was the lowest among the evaluated sets, but its market value was the highest, concluding that the low market value is not a reliable parameter for decision making for tyre purchase.

KEYWORDS: agricultural tires, fuel consumption, soil compaction.

INTRODUÇÃO: A correta escolha do tipo de pneu a ser instalado nas máquinas agrícolas é uma decisão de difícil equacionamento. Feitosa et al. (2015), afirmaram que a pressão de inflação do pneu de um trator, a velocidade de trabalho e as características construtivas do rodado afetam diretamente a compactação do solo. Os pneus agrícolas possuem características construtivas diferenciadas, com detalhes específicos de desenho e matéria prima que podem

influenciar significativamente o consumo de combustível e a compactação do solo durante as operações agrícolas. Um dos principais fatores que as empresas agrícolas e produtores rurais, detentores de frotas volumosas de máquinas e equipamentos levam em consideração no momento da decisão por qual modelo de pneus utilizar nas atividades produtivas é o preço de mercado dos pneus.

Torna-se necessário investigar se pneus com tecnologias construtivas mais elaboradas e por conseguinte maior preço final de mercado podem realmente incrementar a produtividade das culturas, reduzir a compactação ou mesmo reduzir o consumo de combustível dos conjuntos motomecanizados. Berisso et al. (2013) afirmaram que ensaios realizados com penetrômetros em transepto na faixa de interação rodado-solo fornecem informações confiáveis referente à distribuição de cargas no solo.

Objetivou-se avaliar economicamente a performance operacional de três conjuntos de pneus de construção diagonal, com mesma dimensão, porém com características construtivas diferenciadas em ensaio de barra de tração em pista indeformável (concreto) de acordo com normatização internacional.

MATERIAL E MÉTODOS: O ensaio foi realizado na Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, campus Botucatu. O primeiro ensaio foi conduzido em pista de concreto padronizada de acordo com as normas constantes no código 2 da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e em laboratório na Unidade Fixa de Ensaios de Pneus (UFEP). O procedimento adotado consistiu em realizar frenagens controladas na Unidade Móvel de Ensaios na Barra de Tração (UMEB) para aplicação de cargas controladas ao trator, iniciando-se com o trator em movimento, até estabilização da velocidade e com máxima rotação do motor, realizando-se então a coleta dos dados em um trecho de deslocamento de 25 m.

Foi utilizado para os ensaios em pista um trator com potência máxima disponível no motor de 70,6 kW a 2300 rpm (ISO/NBR 1585), 4 cilindros e 4400 cm³ de cilindrada no motor com sistema de admissão turbo alimentado. A massa do trator com tanque cheio foi determinada através de pesagem individual dos rodados em contato com uma balança de solo, totalizando 5240kg incluindo operador e lastros sólido e líquido. Todos os conjuntos de pneus foram ensaiados com a mesma distribuição de massa no trator, sendo 65% no eixo traseiro e 35% no eixo dianteiro conforme recomendado por MIALHE (1996).

Foram ensaiados três conjuntos de rodados pneumáticos de construção diagonal de fabricantes e modelos distintos, sendo eles R1, R2 e R3 respectivamente. Cada conjunto completo formado por quatro pneus, sendo dois com dimensões 18.4-34 instalados nos rodados traseiros e dois com dimensões de 14.9-24 instalados nos rodados dianteiros.

As avaliações dos rodados foram feitas em duas velocidades V1 (3km.h⁻¹) e V2 (5km.h⁻¹) em pista de concreto. As pressões de inflação do rodado R1 foi de 62kPa nos rodados dianteiros e 83kPa nos rodados traseiros. Em R2 a pressão de inflação dos rodados dianteiros foi de 55kPa e 97kPa nos traseiros, e em R3 os rodados dianteiros foram calibrados com 69kPa de pressão e os rodados traseiros foram calibrados com 83kPa.

Foram utilizados dois medidores de fluxo volumétrico Flowmate Oval MIII LSF-41, sendo o primeiro instalado na linha de alimentação de combustível e o segundo na linha de retorno do combustível para o tanque. Utilizou-se um scanner automatizado munido com trena laser analógica modelo 96M ODS/V-5070-421 para coleta dos dados de profundidade de decalque do pneu sobre o solo para obter uma imagem em três dimensões da área de contato do pneu com o solo.

O penetrômetro eletro-mecânico utilizado foi constituído de um motor elétrico e uma haste de aço padronizada contendo uma ponteira cônica de ângulo sólido de 30°, com diâmetro de 20,27 mm e área 323 mm², de acordo com as características estruturais e operacionais

definidas por norma da ASABE (2011), e uma célula de carga com capacidade de 500 kgf trabalhando na velocidade de penetração de 30 mm s⁻¹. Os mapas de compactação do solo com cada tecnologia de pneu utilizada foram gerados com auxílio do software Surfer 11.0.

A metodologia para análise de custo, depreciação, taxa de abrigo e seguro das máquinas foi realizada de acordo com ASABE (2012). Considerou-se para análise econômica um uso anual estimado de 1000 horas para o trator, e uma taxa de juros de 7% ao ano. Os valores de peças e equipamentos, bem como de mão de obra para formação do custo horário de uso de cada tecnologia foi obtido através de pesquisa no boletim AGRANUAL (2018), bem como através de consulta em sites especializados e de fabricantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com os dados obtidos pode-se determinar o recalque de cada conjunto e sua interação rodado-solo, de acordo com os mapas de isolinhas apresentados é possível verificar que com a mesma carga aplicada cada rodado interage de forma diferenciada com o solo.

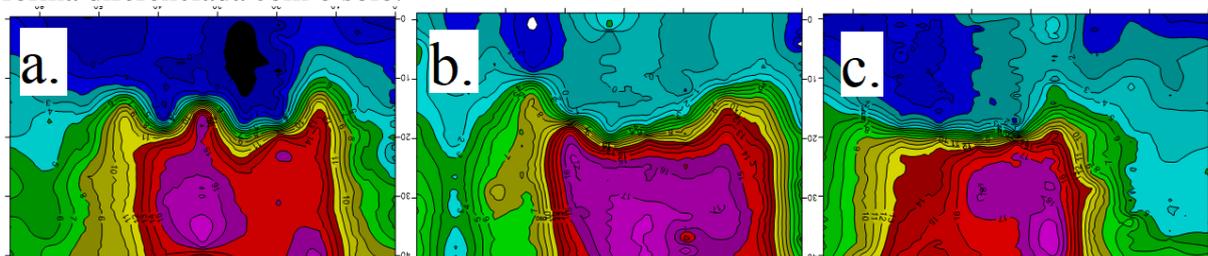


FIGURA 2: Mapas de isolinhas e distribuição de forças na interação dos rodados a. R1; b. R2 e c. R3 sob carga de 1790kgf na Unidade Fixa de Ensaio de Pneus.

Na Figura 2b, é possível verificar que o conjunto de pneus R2 apresenta uma intensidade de compactação mais distribuída ao longo do perfil de solo, e a intensidade da compactação é maior do que R1 e R3, tal fato pode estar associado à que este modelo de pneu trabalhe com pressões maiores de inflação 96,5kPa, isso pode ter influenciado na maior carga de compactação. Os conjuntos R1 e R3 trabalham com pressões de inflação entre 60 e 83kPa e a distribuição de cargas foi semelhante. Estas tecnologias são de mesmo fabricante, e a pressão de trabalho propiciou uma distribuição uniforme das cargas, sem que o ponto de compactação máxima alcançasse valores elevados em profundidade. Soracco et al. (2015) em estudo na compactação dinâmica do solo afirmam que o tráfego de máquinas influencia negativamente todas as características de solo, impactando na produtividade das culturas.

Com relação aos valores de mercado de cada tecnologia foi realizado um estudo de caso considerando os valores de custo fixo e variável para cada conjunto. A Tabela 1 descreve os custos fixos e variáveis de cada conjunto de rodado, além de custos fixos do trator.

TABELA 1: Estimativa de custos fixos e variáveis para conjunto Trator e rodados em cada marcha de trabalho avaliada de acordo com ASABE (2012).

	Custos Fixos			Consumo (L/h)	Preço Diesel (R\$/L)	Custos Variáveis			
	Valor inicial (R\$)	Depreciação + Juros (R\$/ano)	Total Fixo Anual (R\$/h)			Custo Combustível (R\$/h)	Custo Lubrificantes (R\$/h)	Custo Operador (R\$/h)	Total Variável (R\$/h)
Trator	131.000,00	16.473,25	249,88						
Conjunto R1V1	11.270,96	2.620,50	2,62	6,81	3,40	23,13	3,47	19,79	46,39
Conjunto R1V2	11.270,96	2.620,50	2,62	6,78	3,40	23,03	3,45	19,79	46,27
Conjunto R2V1	10.182,28	2.367,38	2,36	7,36	3,40	25,00	3,75	19,79	48,54
Conjunto R2V2	10.182,28	2.367,38	2,36	6,96	3,40	23,64	3,55	19,79	46,98
Conjunto R3V1	18.997,72	4.416,97	4,41	7,56	3,40	25,68	3,85	19,79	49,32
Conjunto R3V2	18.997,72	4.416,97	4,41	6,51	3,40	22,11	3,32	19,79	45,22

Verifica-se na Tabela 1 que o custo do conjunto R3 é o mais elevado, pois trata-se de tecnologia de ponta na qualidade de lonas e construção do pneu, da mesma forma o custo total anual é o mais elevado quando comparado com a tecnologia R1 e R2.

É possível verificar que o conjunto R3 proporciona menor consumo de combustível dentre os modelos ensaiados. Essa redução no consumo de combustível ocorreu possivelmente pela maior eficiência tratorária e menor patinação do rodado.

A avaliação de mil horas de uso do trator agrícola, está abaixo da realidade brasileira, onde estas máquinas são usadas por maior quantidade de tempo, assim o conjunto de rodado que apresentou os menores custos variáveis será amortizado mais rapidamente e retornará em benefícios econômicos o valor de seu investimento de forma mais acelerada.

É fundamental obter maiores informações com relação à interação rodado-solo e consumo de combustível, visto que são dois entraves importantes na agricultura moderna, o primeiro afeta diretamente a produtividade e o segundo representa a maior parte dos custos de um empreendimento agrícola.

CONCLUSÕES: Selecionar pneus agrícolas balizando-se somente por oferta e preços de mercado não representa racionalidade na adequação de tecnologia e implantação no campo. O presente trabalho demonstrou que pneus com maior valor de mercado podem representar economia de combustível e redução nos custos variáveis das operações.

REFERÊNCIAS:

ASABE - American Society of Agricultural and Biological Engineers. **ASABE Standards 2011**, EP4963 - Agricultural machinery management data. St. Joseph, Michigan, USA, p. 6, 2011.

ASABE - American Society of Agricultural and Biological Engineers. **ASABE Standards 2012**, D4977 - Agricultural machinery management data. St. Joseph, Michigan, USA, p. 8, 2012.

BERISSO, F. E.; SCHJONNINGAM P.; LAMANDÉ, M.; WEISSKOPF, P.; STETTLER, M.; KELLER, T. Effects of the stress field induced by a running tyre on the soil pore system. **Soil and Tillage Research**, Volume 131, 36-46, 2013.

FEITOSA, J. R.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R. Influência da pressão interna dos pneus e da velocidade de deslocamento nos parâmetros operacionais de um trator agrícola e nas propriedades físicas do solo. **Revista Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.117-127, 2015.

MIALHE, L.G. **Máquinas Agrícolas: Ensaio e certificação**. FEALQ - Fundação de estudos agrários Luiz de Queiroz, 722p. Piracicaba, 1996.

SORACCO, G. C.; LOZANO, L. A.; VILLAREAL, R.; PALANCAR, T. C.; COLLAZO, D. J.; SARLI, G. O.; FILGUEIRA, R. R. Effects of compaction due to machinery traffic on soil pore configuration. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 39, p.408-415, 2015.